

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DENTÍSTICA RESTAURADORA**

MAX DOBROVOLSKI

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE INSERÇÃO DE CIMENTOS RESINOSOS NA
RETENÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR**

**PONTA GROSSA
2012**

MAX DOBROVOLSKI

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE INSERÇÃO DE CIMENTOS RESINOSOS NA
RETENÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR**

Dissertação apresentada para obtenção
como do título de mestre na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, no Curso de
Mestrado em Odontologia – Área de
Concentração em Dentística Restauradora.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Osnara Maria
Mongruel Gomes.

Co-orientador: Prof^o. Dr. João Carlos Gomes.

**PONTA GROSSA
2012**

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

D634 Dobrovolski, Max
Influência da técnica de inserção de cimentos resinosos na retenção de pinos de fibra de vidro à dentina radicular/ Max Dobrovolski. Ponta Grossa, 2012.
79f

Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração: Dentística Restauradora), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Prof^a Dr^a Osnara Maria Mongruel Gomes.

Coorientador: Prof. Dr. João Carlos Gomes.

1.Técnica de cimentação. 2.Cimentos resinosos. 3.Pinos de fibra. 4.Pushout. I.Gomes, Osnara Maria Mongruel. II. Gomes, João Carlos. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

CDD: 617.6

MAX DOBROVOLSKI

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE INSERÇÃO DE CIMENTOS RESINOSOS NA
RETENÇÃO DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO À DENTINA RADICULAR**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de Concentração em Dentística Restauradora.

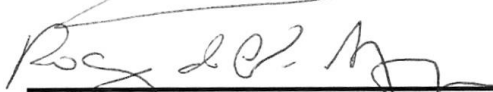
Ponta Grossa, 28 de fevereiro de 2012.



Prof.ª. Dr.ª. Osnara Maria Mongruel Gomes - Orientadora
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. João Carlos Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Rodrigo de Castro Albuquerque
Universidade Federal de Minas Gerais

Dedico esta dissertação a quem sempre me deu força, motivação e esperança. A quem estendeu um ombro amigo quando precisei e não deixou de me exortar quando se fez necessário.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A *Deus*, verdadeira fonte de vida e força para prosseguir.

Ao meu pai *Geraldo Dobrovolski (in memorian)*, minha mãe *Suzete Dobrovolski* e minha irmã *Dalila Dobrovolski* por apoiarem este sonho, e renunciarem parte dos seus sonhos para que eu pudesse alcançar os meus.

A minha orientadora *Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes*, sem dúvida a grande responsável por eu percorrer os caminhos da pós-graduação de forma mais segura. Obrigado por estar sempre me guiando com seu jeito único de orientar e de lidar com cada situação. Suas lições foram além de conhecimentos científicos, foram lições para vida toda. Obrigado por contribuir tanto para minha formação como educador e por mostrar esse lado de professora que me motiva a querer ser assim também. E que reflete o quanto vale a pena ser professor, acreditar e lutar pela educação em minha profissão.

Ao meu co-orientador *Prof. Dr. João Carlos Gomes* por não medir esforços para que eu conseguisse realizar este curso e desenvolvesse este trabalho. Obrigado por estar sempre disposto a ensinar e admoestar, por não se cansar de nos lapidar até que venhamos a ser educadores e pesquisadores de verdade. Saiba que sua missão de ser um verdadeiro mestre para nós dentro da Odontologia tem sido cumprida de forma singular. E isso só faz com que eu tenha muito orgulho de ter sido seu aluno.

As colegas de turma, hoje grandes amigas, *Viviane Hass*, *Marcia R. Siqueira* e *Issis Luque* por cada conversa que tivemos em meio aos afazeres e também pela cumplicidade e parceria que encontrei em vocês. Obrigado pela compreensão e pelo tempo que cada uma se dispôs a me auxiliar no decorrer do curso e também pelos momentos de descontração. Vocês são, sem dúvida, um grande exemplo de amizade, a qual tenho o privilégio de fazer parte.

AGRADECIMENTOS

A *Universidade Estadual de Ponta Grossa*, na pessoa do magnífico reitor *Prof. Dr. João Carlos Gomes* e ao *Programa de Pós-graduação em odontologia - nível mestrado*, na pessoa da *Prof^a. Dr^a. Osnara M. M. Gomes* pela possibilidade de poder realizar este curso bem como por fornecer todo recurso e amparo necessário durante este período.

A todos os professores que compõem o quadro de docentes do *Programa de Mestrado em Odontologia*, em especial, os Professores *Abrahan L. Calixto* e *Nara Hellen Campanha* pelo tempo de ensino nas atividades clínicas; as professoras *Osnara M. M. Gomes* e *Vania Queiroz* pela constante ensino nas atividades de estágio docente; aos professores *Fábio André dos Santos*, *Gibson Pilatti*, *Alessandro D. Loguercio* e *Alessandra Reis* pela determinação de ensino tanto em suas disciplinas como nos projetos extraclasse. A professora *Leide* pelo vigor e carinho com que nos ensinou e pelo árduo trabalho de nos formar professores. Enfim, a *todos os docentes das disciplinas de Dentística Operatória e Dentística Restauradora* pelo incansável trabalho de orientação e supervisão para com os conhecimentos fundamentais em nossa formação de mestres.

A todos os colegas de turma que sempre estiveram dispostos a me ajudar, aconselhar e dividir seus conhecimentos auxiliando em meu crescimento como pesquisador. Obrigado pelos momentos em que o sorriso substituíu o cansaço ou desânimo e a companhia dava força para completarmos esta jornada. Em especial aos colegas *Antonio Sakamoto*, *Felipe Villa Verde*, *Thays Ferreira da Costa*, *Leticia Dias Ferri*, *Ana Cristina Kovalik* e *Fabiane Schreiner* por cada um, em momento oportuno, estar presente e ser fundamental para minha caminhada no decorrer do curso.

Aos colegas do curso de *Doutorado em Odontologia* pelo incentivo constante, em especial, a *Giovana M. Gomes e Yasmíne Pupo* pelo comprometimento e disposição em ajudar sempre que necessário. E aos colegas do curso de *Graduação em Odontologia*, em especial, o aluno Gustavo Salem pela disposição e responsabilidade em prestar sua ajuda sempre que necessário.

A *Prof^a. Dr^a. Verídiana Camilotti* que mesmo longe sempre esteve pronta para se comprometer em qualquer tipo de ajuda que eu precisasse. Obrigado pela confiança e amizade adquirida neste tempo.

A todos os funcionários da *Universidade Estadual de Ponta Grossa*, em especial, ao *Dr. Milton Domingos Michél, Morgana das Graças Procy dos Santos e Janaina Rodrigues* pelo apoio e auxílio nos mais diversos momentos do curso.

A *Empresa FGM e DFL*, pela obtenção dos materiais utilizados neste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que fosse possível a conclusão de mais uma etapa nesta contínua jornada como aprendiz.

DADOS CURRICULARES

Max Dobrovolski

NASCIMENTO	21/07/1987	Pato Branco-PR
FILIAÇÃO	Geraldo Dobrovolski Suzete Terezinha Kerchner Dobrovolski	
2005-2009	Curso de Graduação em Odontologia. Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Cascavel – PR, Brasil.	
2008-2009	Curso de Atualização em Saúde Pública / Estratégia Saúde da Família. Escola de Aperfeiçoamento Profissional. Associação Brasileira de Odontologia – Regional Cascavel – PR, Brasil.	
2010-2012	Curso de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração em Dentística Restauradora. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR, Brasil.	

RESUMO

Dobrovolski M. Influência da técnica de inserção de cimentos resinosos na retenção de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. [Dissertação] Mestrado em Dentística Restauradora. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2012.

Este estudo teve como objetivo avaliar quatro técnicas de inserção de cimento resinoso na retenção de pinos de fibra de vidro à dentina radicular nos diferentes terços radiculares, bem como a nanoinfiltração nestes diferentes terços. As raízes de cinquenta e dois pré-molares inferiores humanos extraídos foram tratadas endodonticamente e padronizado o preparo dos condutos. Assim, elas foram divididas aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com a técnica de inserção do cimento: GC - seringa Centrix® com ponta fina; GL - broca Lentulo 35, GP - cimento aplicado diretamente no pino e GI - seringa para aplicação de insulina. Os pinos intra-radiculars (White Post DC - FGM) tiveram suas superfícies tratadas de acordo com o fabricante e foram cimentados de acordo com cada técnica. Após o armazenamento em água a 37° C por uma semana, para cada grupo, dez raízes foram seccionadas transversalmente em seis discos com 1 mm de espessura cada, e os terços coronário (TC), médio (TM) e apical (TA) do canal radicular foram identificados. O teste de *push-out* foi realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min. Para avaliação da nanoinfiltração três raízes de cada grupo, ou seja, 6 discos por raiz, foram submetidos a imersão em Nitrato de Prata 50% para posterior obtenção de imagens feitas em microscopia eletrônica de varredura. As imagens foram analisadas por meio de software apropriado para obtenção das médias dos valores de nanoinfiltração convertidas em porcentagem. Os dados, submetidos a análise estatística por ANOVA 1 fator e Pós-teste Tukey (0,5%), mostraram que GC apresentou os melhores valores para resistência adesiva (MPa) e nanoinfiltração (%): $18,57 \pm 4,19$ e $37,70 \pm 18,95$ respectivamente, tendo GP o pior desempenho: $13,71 \pm 1,61$ e $65,11 \pm 13,58$ respectivamente. A técnica de inserção do cimento resinoso teve influência nos valores de resistência adesiva e nanoinfiltração encontrados no estudo.

Palavras-chave: Técnica de cimentação. Cimentos resinosos. Pinos de fibra. *Push-out*.

ABSTRACT

Dobrovolski M. Influence of the insertion technique of the resin cementation on the bond strength of glass fiber post to root dentin. [Dissertação] Mestrado em Dentística Restauradora. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2012.

The aim of this study was to evaluate four techniques for insertion of resin cement on retention of glass fiber posts to root dentin in different root thirds, as well as these different nanoleakage in adhesive interface. The roots of the fifty-two human extracted pre-molars were endodontically treated and standardized preparation of the canals. It were divided into four groups according to the technique of insertion of the cement: GC - Centrix® syringe with fine tip, GL - # 35 drill Lentulo, GP - cement applied directly to the post and GI - syringe for insulin delivery. The posts (White Post DC - FGM) had their surfaces treated in accordance with the manufacturer and were cemented according to each technique. After storage in water at 37° C for one week, each group of ten roots were sectioned transversely into six discs with 1 mm thick each, and coronal thirds (CT), medium (TM) and apical (TA) of root canal were identified. The push-out test was conducted at a speed of 0.5 mm / min. To evaluate the nanoleakage in the adhesive interface, three roots of each group, ie, 6 slices per root were submitted to immersion in 50% silver nitrate for subsequent obtaining of images made using scanning electron microscopy. Images were analyzed using appropriate software to obtain the mean nanoleakage values converted into percentage. The data were subjected to statistical analysis by ANOVA (one factor) and Tukey post-test (0.5%), showed that GC had the best values for bond strength (MPa) and nanoleakage (%): $18,57 \pm 4,19$ e $37,70 \pm 18,95$ repectively and GP had the worst values: $13,71 \pm 1,61$ e $65,11 \pm 13,58$ respectively. The insertion technique of resin cement influenced on the bond strength values and on the nanoleakage found in the study.

Keywords: Cementation technique. Resin cements. Fiber post. *Push-out*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	A- Secção da coroa abaixo da JCE; B- Mensuração do comprimento da raiz com paquímetro digital e C- Vista aproximada da raiz.....	42
Figura 2:	A- Limas endodônticas K 1ª série; B- NaOCl 1%; C- EDTA 17%; D- Cones de papel # 35 e # 40; E- Cimento endodôntico.....	43
Figura 3:	A- Conjunto de pinos de fibra de vidro # 0,5 White Post DC; B- Pino em aumento detalhado; C- Broca fornecida pelo fabricante acoplada ao contra-ângulo de baixa rotação e D- Broca em aumento detalhado.....	44
Figura 4:	A- Secção perpendicular ao eixo da raiz para obtenção dos espécimes “discos”; B- Mensuração da espessura do espécime com paquímetro digital.....	48
Figura 5:	Espécimes obtidos da secção da raiz; A- Terço cervical; B- Terço médio; C- Terço apical.....	49
Figura 6:	Medidas em mm do diâmetro do pino de fibra em cada uma das extremidades. A- superfície coronária do primeiro espécime seccionado; B- superfície apical do último espécime seccionado da mesma raiz.....	50
Figura 7:	A- espécime imerso em Nitrato de Prata 50%; B- espécimes armazenados em frasco opaco e mantidos livres de iluminação por 24 h a 37°C; C- Espécimes após armazenamento e D- Espécimes lavados separadamente por 2 minutos em cuba ultrassônica.....	51
Figura 8:	A- Solução reveladora; B- Espécimes imersos em revelador; C- Fonte de luz branca direta sobre os espécimes e D- Lavagem dos espécimes em cuba ultra sônica separadamente.....	52
Figura 9:	A- Espécimes previamente ao polimento e posicionados sobre o <i>stub</i> ; B- Polimento feito por meio de fricção do bloco sobre a lixa com refrigeração; C- Aspecto do conjunto após polimento; D- Aspecto da sílica aquecida e desidratada em que o <i>stub</i> foi armazenado.....	53
Figura 10:	Amostras fixadas em <i>stubs</i> , previamente preparadas para serem submetidas ao MEV.....	54
Figura 11:	Imagens de microscopia óptica em aumento de 40X mostrando o aspecto da distribuição do cimento resinoso no terço coronário	

	nas diferentes técnicas de inserção do cimento. A- GC; B- GL; C- GP e D- GI.....	55
Figura 12:	Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GC – terço médio. A- aumento de 30X e B- e 700X. A seta indica a área aumentada.....	56
Figura 13:	Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GL – terço médio. A- aumento de 30X e B- e 700X. A seta indica a área aumentada.....	56
Figura 14:	Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GP – terço médio. A- aumento de 30X e B- e 700X. A seta indica a área aumentada.....	56
Figura 15:	Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GI – terço médio. A- aumento de 30X e B- e 700X. A seta indica a área aumentada.....	57
Gráfico 1:	Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para as diferentes técnicas de inserção de agente cimentante nos diferentes terços radiculares. O grupo GL foi o único a apresentar valores com diferença estatisticamente significativa entre o terço coronário e apical ($p < 0,05$). (ANOVA um fator com pós-teste de Tukey).....	61
Gráfico 2:	Média e erro padrão dos valores correspondentes ao grau de nanoinfiltração (%) para as diferentes técnicas de inserção de agente cimentante nos diferentes terços radiculares. Diferença estatística entre os terços radiculares para o grupo GC e GL. (ANOVA um fator com pós-teste de Tukey).....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino e dentina radicular de acordo com cada grupo experimental.....	59
Tabela 2:	Média da resistência de união e (MPa) desvio padrão dos grupos de estudo nos diferentes terços radiculares.....	60
Tabela 3:	Média (%) e desvio padrão para o ensaio de nanoinfiltração de acordo com cada grupo experimental	62
Tabela 4:	Média (%) e desvio padrão para o ensaio de nanoinfiltração dos grupos de estudo nos diferentes terços radiculares.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Distribuição dos grupos de estudo.....	45
Quadro 2:	Descrição das diferentes técnicas de inserção do cimento resinoso no conduto radicular.....	46
Quadro 3:	Materiais utilizados no estudo, fabricante, composição e lote.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AgNO ₃ NH ₄	Nitrato de Prata Amoniacal
ANOVA	Análise de variância
BDH	Banco de dentes humanos
Bis-GMA	Bisfenol A glicidilmetacrilato
COEP	Comissão de Ética em Pesquisa
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
h	Hora
<i>h</i>	Espessura
HEMA	Hetoxietilmetacrilato
JCE	Junção cimento-esmalte
MPa	Megapascal
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm/min	Milímetro por minuto
mW/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
n	Número amostral
N	Newton
NaOCl	Hipoclorito de sódio
<i>P</i>	Perímetro do conduto
PVC	Policloreto de vinila
<i>R</i>	Raio coronário
<i>r</i>	Raio apical
rpm	Rotações por minuto
RU	Resistência de união
s	Segundo
<i>T</i>	Traçador
TEGDMA	Trietilenoglicoldimetacrilato
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
ZIRD	Zona de interdifusão dentina/resina

Kv

Kilovoltagem

μm

Micrômetro

μTBS

Resistência de união a microtração

LISTA DE SÍMBOLOS

#	Número
=	Igual
<	Menor
>	Maior
±	Mais ou menos
%	Porcentagem
X	Aumento de lente (magnitude)
α	Alfa (nível de significância)
°C	Grau Célsius
®	Registrado
MR	Marca registrada
π	Constante 3,1416

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	21
3	PROPOSIÇÃO.....	41
3.1	PROPOSIÇÃO GERAL.....	41
3.2	PROPOSIÇÃO ESPECÍFICA.....	41
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	42
4.1	OBTENÇÃO E PREPARO DOS DENTES.....	42
4.2	TRATAMENTO ENDODÔNTICO E PREPARO DO CONDUTO.....	43
4.3	DIVISÃO DOS GRUPOS AMOSTRAIS.....	44
4.4	CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO.....	45
4.5	RESISTÊNCIA DE UNIÃO – TESTE DE <i>PUSH-OUT</i>	48
4.6	AVALIAÇÃO DO GRAU DE NANOINFILTRAÇÃO.....	49
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	57
5	RESULTADOS.....	59
5.1	RESULTADOS PARA RESISTÊNCIA DE UNIÃO.....	59
5.2	RESULTADOS PARA GRAU DE NANOINFILTRAÇÃO.....	61
6	DISCUSSÃO.....	64
7	CONCLUSÃO.....	70
	REFERÊNCIA.....	71
APÊNDICE A	VALORES ORIGINAIS OBTIDOS A PARTIR DOS TESTES DE <i>PUSH-OUT</i> E GRAU DE NANOINFILTRAÇÃO.....	75
ANEXO A	APROVAÇÃO DO PROJETO PELA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA.....	78

1 INTRODUÇÃO

O surgimento dos pinos de fibra para reconstrução direta modificou os critérios de reabilitação dos elementos dentais desvitalizados. Esses pinos reforçados por fibras foram introduzidos no mercado no final da década de 80, propondo conceito em que os diferentes componentes da reconstrução (pino, cimento, material de reconstrução e dentina) constituem um complexo estrutural e mecanicamente homogêneo (monobloco), além de terem a capacidade de aderirem mutuamente um ao outro (Tay et al.¹ 2007). Eles apresentam vantagens como: preservação de estrutura dental, módulo de elasticidade semelhante ao da dentina (Asmussen et al.² 1999), facilidade de remoção (Mannocci et al.³ 2003), menor tempo de trabalho (Albashaireh et al.⁴ 2009), cimentação adesiva (Giachetti et al.⁵ 2004) e resistência à fratura (Ho et al.⁶ 2011). Podem ser classificados basicamente pelo tipo de fibra que os compõe, configuração superficial, formato e translucidez (Galhano et al.⁷ 2009).

Quanto ao agente de cimentação para pinos de fibra de vidro tem-se na literatura base para afirmar que são fixados à dentina radicular por meio de cimentos resinosos odontológicos. Estes devem ser biocompatíveis, possuir adesividade às estruturas de contato, espessura de película próxima a 25 µm, baixa solubilidade, alto escoamento, presa rápida quando ativados, tempo de trabalho adequado, alta resistência mecânica, ser insolúveis em meio bucal, de fácil manipulação, compatíveis com os sistemas adesivos atuais e proporcionarem um bom selamento marginal (Balbosh e Kern⁸ 2006).

A cimentação de um pino é um passo crítico no procedimento restaurador. Uma vedação dentinária satisfatória é fundamental na prevenção a infiltração marginal e conseqüente perda do conjunto. Pois garantir um selamento hermético do cimento é ainda um passo a se buscar aprimoramento. Nesse caso o fator de configuração (fator C) tem sido descrito como o pior cenário para contração de polimerização do agente resinoso (Monticelli et al.⁹ 2008). Por isso todos os passos que possam melhorar a distribuição do cimento bem como melhorar a qualidade da interface adesiva devem ser executados a fim de se alcançar os melhores resultados clínicos (Jongsma et al.¹⁰ 2010).

Os cimentos mais indicados para a cimentação de pinos são os autopolimerizáveis, pois a reação de presa ocorre por meio de um processo químico entre as pastas base e catalisadora, e, portanto é mais segura nesses casos onde existem áreas profundas, nas quais o acesso de luz é comprometido (Radovic et al.¹¹ 2008). Porém, os cimentos de polimerização dual facilitam a técnica por permitirem melhor controle do tempo de trabalho, unindo as melhores características dos cimentos químicos e fotoativados, alcançando o maior grau de conversão possível a presença de luz e um aumento no tempo de trabalho (Faria e Silva et al.¹² 2007).

Entretanto, falhas durante a cimentação constituem a maioria dos fracassos clínicos, resultando em seu desprendimento do canal radicular por falta de retenção (Bitter et al.¹³ 2009). Na busca por melhorar tal retenção, pesquisas têm sido realizadas tanto com enfoque na interface pino/cimento como na interface cimento/dentina por meio de tratamentos de superfície e aprimoramento de materiais (Carvalho et al.¹⁴ 2009, Demiryurek et al.¹⁵ 2010). Na literatura clássica podem se destacar as principais técnicas em que o cimento é levado ao conduto preparado por meio do uso de limas endodônticas: seringa provida pelo fabricante; seringa Centrix®; uso de broca lentulo e também cimento direto no pino (Ferrari et al.¹⁶ 2002, Finger et al.¹⁷ 2002). Porém, atualmente pouco tem sido discutido cientificamente sobre a melhor forma de levar o cimento ao conduto. É neste ponto que pode estar representada uma porcentagem das falhas e insucessos clínicos, que, erroneamente são atribuídas às propriedades químicas dos materiais envolvidos no processo de cimentação (Teixeira et al.¹⁸ 2006).

Foi relatado por Akgungor e Akkayan¹⁹ (2006) que a aplicação do agente cimentante com um instrumento lentulo permite uma distribuição favorável do cimento em todo o espaço do conduto e uma formação uniforme e contínua da camada do cimento. Mas neste caso, quando do uso de cimento resinoso dual ou autopolimerizável, uma recomendação fundamental é evitar o prolongamento desta etapa, pois o calor gerado pela rotação pode acelerar a reação de presa do cimento. Esse endurecimento precoce dificulta o assentamento do pino no momento da cimentação. Além disso, a aceleração da reação de presa pode levar ao aprisionamento de bolhas de ar no cimento, visto que não há tempo suficiente para o

completo escoamento do cimento e refluxo do ar de dentro do conduto (Schwartz e Robbins²⁰ 2004).

Quanto à técnica que utiliza a injeção do cimento, esta também é relatada principalmente como um método eficaz para a redução de vazios e bolhas (Boschian Pest et al.²¹ 2002). A presença de espaços vazios e bolhas no cimento também é relacionada com a variabilidade anatômica radicular e, conseqüentemente, a variável quantidade de cimento resinoso e sua distribuição tridimensional no espaço do canal preparado, associado ainda a sua viscosidade, poderia determinar a formação de vácuo (Ferrari et al.²² 2000). Essas afirmações são reforçadas por Fonseca et al.²³ (2006), para os autores a forma como o cimento é colocado no conduto é fator importante que pode afetar a completa fixação do pino de fibra e, conseqüentemente, a força retentiva pós cimentação.

Para D'Arcangelo et al.²⁴ (2008) existe pouca informação disponível sobre o papel dos métodos de aplicação de cimentos e seus efeitos sobre a resistência de união regional do pino. Estes autores verificaram valores de resistência de união mais elevados quando o agente cimentante foi inserido com lentulo ou seringas descartáveis; concluindo que a escolha da técnica de aplicação do agente cimentante depende do sistema utilizado.

Devido às escassas informações quanto ao estabelecimento de um protocolo de cimentação de pinos intra-radulares, faz-se necessário o avanço das pesquisas nesta área, que, concomitante ao estudo de novos materiais e melhora dos existentes, possa respaldar cientificamente ao profissional, uma maneira de realizar tal procedimento almejando o sucesso clínico na retenção intra-radicular.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Kantor e Pines²⁵ (1977) realizaram um estudo com objetivo de avaliar a resistência a compressão de dentes despulpados sem porção coronária. Foram removidas as porções coronárias de dentes unirradiculares despulpados e divididos em 4 grupos: G1- grupo controle-preparo dental padrão e sem estrutura de reforço; G2- dente reforçado com pino de aço inoxidável, fixado ao conduto com cimento de poliacarboxilato; G3- núcleo metálico fundido de ouro e cimentado com cimento de poliacarboxilato; G4- pino de aço inoxidável cimentado com poliacarboxilato e porção coronária em resina composta. Estes conjuntos foram então submetidos a ensaio de compressão em 45° na face vestibular até ocorrer a fratura. Os autores concluíram que para dentes com porção coronária intacta ou pelo menos parte dela, devido à terapia endodôntica conservadora, um pino cimentado dentro do conduto seria o tratamento de escolha e indicaram o uso de pinos metálicos fundidos para tratamentos complexos protéticos e periodontais.

Deutsch et al.²⁶ (1983) publicaram um trabalho de revisão de literatura avaliando os pinos intra-radulares pré-fabricados disponíveis no início daquela década. Os autores concluíram que o uso de tal método para tratamento de dentes despulpados era efetivo e que estes apresentavam duas funções principais: reforço da porção coronária e porção radicular do dente contra fratura e que na ausência considerável da quantidade de estrutura remanescente coronária, o método é utilizado para repor tal falta, além de reter e suportar a restauração protética subsequente.

Sano H et al.²⁷ (1995) desenvolveram um estudo utilizando microscopia eletrônica de varredura para examinar a migração do nitrato de prata na interface entre a dentina e cinco diferentes adesivos dentinários, usados para restaurar cavidades classe V. Vários padrões de infiltração foram observados, sendo todos dentro da camada híbrida, quando vistos em MEV. Os valores obtidos para microinfiltração, do maior para o menor, para os adesivos utilizados, foi: All Bond-2, Suberbond C & B, Scotchbond Multi-Purpose, Clearfil Liner e Sistema experimental KB-200. Para distinguir este tipo especial de microinfiltração dentro da região basal

ou mais profunda da camada híbrida, foi proposto pelos autores o termo nanoinfiltração. O termo descreve o fenômeno de difusão de pequenos íons ou moléculas dentro da camada híbrida, mesmo na ausência da formação de *gaps*. A infiltração pode ocorrer entre a camada híbrida e a dentina intacta, até mesmo quando nenhum *gap* é observado e nesta situação o termo nanoinfiltração tem sido sugerido para distinguir este tipo de infiltração da típica microinfiltração. Esta técnica tem sido muito usada atualmente, pois os métodos de avaliação tradicionais de microinfiltração parecem que não podem identificar o local exato da interface adesiva onde ocorreu a microinfiltração.

Dallari e Rovatti²⁸ (1996) publicaram um trabalho em que sugeriam uma classificação para pinos intra-radiculares: 1- Pinos de primeira geração (pinos metálicos segmentados ou rosqueados com ação de força ativa); 2- Pinos metálicos de segunda geração (com ação de força passiva); 3- Pinos de terceira geração (pinos não metálicos com ação de força passiva) sendo neste grupo a inclusão dos pinos de fibra de carbono com módulo de elasticidade muito similar ao da dentina. Segundo os autores, com pinos de fibra poder-se-ia realizar junto da restauração um conjunto, um monobloco, constituído de materiais similares em vez de um conjunto com materiais heterogêneos. Os autores concluíram afirmando que isto era uma nova filosofia na reconstrução de dentes tratados endodonticamente baseado no uso de materiais integráveis que, homogeneamente, poderia distribuir as cargas da mastigação e reduzir o estresse das forças geradas nestes tipos de tratamento.

Ferrari et al.²⁹ (2001) avaliaram a influência de quatro procedimentos adesivos, em função da formação de *tags* de resina e zona de interdifusão dentina/resina (ZIDR), usados para unir pinos de fibra de vidro. Quarenta incisivos superiores foram divididos aleatoriamente em 4 grupos de 10 amostras cada. Grupo 1- Sistema adesivo One Step (Bisco) aplicado com o aplicador pequeno fornecido pelo fabricante e fotoativado antes da aplicação de cimento resinoso Dual Link; Grupo 2- Sistema adesivo One Step (Bisco) aplicado com um *microbrush* convencional e fotoativado com cimento resinoso Dual Link; Grupo 3- Sistema adesivo One Step (Bisco) aplicado com um *microbrush* convencional e fotoativado com o cimento resinoso Dual Link; Grupo 4- Sistema adesivo All Bond 2.1 e cimento resinoso C & B (como controle). No Grupo 2 e 4 do sistema adesivo e cimento

resinoso foram utilizadas as instruções dos fabricantes seguindo estritamente. No Grupo 1 e 2, o adesivo de um frasco foi fotoativado antes de colocar o cimento resinoso, enquanto que no Grupo 3 o adesivo e cimento resinoso foram fotoativados ao mesmo tempo. Quarenta pinos translúcidos (RTD, França) foram utilizados. Os condutos foram preparados por brocas fornecidas pelo fabricante (RTD) com uma profundidade de 9 mm da JCE. O cimento foi inserido no canal por uma broca espiral lentulo em baixa velocidade, sendo os excessos removido para realização da fotoativação por 20 s. Uma semana depois, as amostras foram submetidas a observações em MEV. O exame microscópico das interfaces restauradas do Grupo 1 apresentaram maior porcentagem de ZIDR do que aqueles encontrados em amostras dos Grupos 2, 3 e 4. Nos Grupos 2, 3 e 4 a morfologia das ZIDR foram bem detectáveis e uniformes nos terços cervical e médio dos canais radiculares, enquanto no apical a ZIDR não foi uniformemente presente. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para o terço cervical, porém nos terços apical e médio o Grupo 1 apresentou nº de *tags* de resina significativamente maiores do que os outros três grupos. No terço apical dos grupos 2, 3 e 4, os *tags* de resina apresentaram uma morfologia menos uniforme e um comprimento mais curto do que os encontrados nos outros dois terços. Os autores sugeriram que um *microbrush* pode ser usado clinicamente para cimentação de pinos intra-radicares. Quando um *microbrush* foi usado, a união mecânica criada entre dentina radicular e o sistema de adesão foi uniforme ao longo das paredes do canal e mais previsível. Quanto a presença de bolhas ou espaços vazios no cimento resinoso eles afirmam que a minimização de tais problemas pode resultar em melhora na união resina e pino bem como resina e dentina, do contrário, bolhas dispersas na periferia do conduto podem diminuir a superfície de adesão entre cimento resinoso e sistema adesivo. Segundo os autores elas estaria relacionadas ao grau de viscosidade do cimento, anatomia da raiz e sensibilidade técnica.

Maia e Vieira³⁰ (2003), por meio de revisão de literatura, apresentaram algumas propriedades físico-mecânicas dos cimentos resinosos disponíveis atualmente. Foram analisados a solubilidade, resistência ao desgaste, espessura de película, grau de conversão e propriedades mecânicas. Os cimentos resinosos disponíveis no mercado apresentam melhorias no que diz respeito a suas propriedades físico-mecânicas (alta resistência à compressão e à tração, menor

solubilidade aos fluidos bucais, dureza, adesão à estrutura dental e potencial de reforçar a estrutura dental remanescente), em relação aos cimentos tradicionais. Porém, apresentam limitações (sensibilidade técnica, espessura de película, curto tempo de trabalho e dificuldade na remoção de excessos), que devem ser levadas em conta no momento da seleção do material. Para sucesso clínico em longo prazo, é importante escolher o cimento resinoso indicado para sua aplicação clínica.

Aksornmuang et al.³¹ (2004) avaliaram a resistência adesiva de um cimento resinoso de dupla ativação, por meio do teste de micro-tração (μ TBS), em diferentes regiões dos pinos de fibras de vidro e quartzo e com diferentes métodos de tratamento superficial. Foram usados vinte e cinco pinos de fibra de vidro com zircônia (Snowpost) e vinte e cinco pinos de fibra de quartzo (Aestheti-More), divididos aleatoriamente em cinco grupos, de acordo com os tratamentos de superfície: (1) nenhum tratamento de superfície (controle); (2) sistema adesivo de dupla ativação Clearfil Liner Bond 2V (LB) (Kuraray); (3) Clearfil Liner Bond (LB) com polimerização (LC) de 20 s; (4) Silano Clearfil Photobond (PB) (Kuraray) e ativação da porcelana com Clearfil Porcelain Bond Activator (PBA), (5) Silano Clearfil Photobond (PB) e Clearfil Porcelain Bond Activator (PBA) com polimerização (LC) de 20 s (PB +PBA + LC). Os pinos foram cimentados com cimento resinoso dual Clearfil DC Core (Kuraray) e polimerizado por 60 s no topo da cavidade. Após 24 h de armazenamento em água, cada espécime sofreu oito cortes de dimensões de 0,6 X 0,6 mm para o teste de resistência de união por microtração. Os dados foram divididos em três regiões (superfície/meio/base) e analisados pelo teste Dunnet e ANOVA. Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva entre as três regiões ($p > 0,05$). A resistência adesiva foi aumentada pela aplicação do agente silano. Para o Snowpost, a fotoativação aplicada à superfície do pino melhorou significativamente a resistência adesiva enquanto a resistência adesiva do AesthetiMore não foi afetada. Os autores concluíram que a resistência adesiva dos pinos de fibra cimentados com cimento resinoso dual depende do tipo de pino e do tratamento de superfície. Não houve diferenças da resistência adesiva entre as regiões avaliadas.

Goracci et al.³² (2004) avaliaram a resistência de união de pinos de fibra de vidro por meio da técnica de microtração com palito, microtração com

ampulheta e *push-out*. Foram utilizados 30 incisivos superiores humanos, tratados endodonticamente e divididos em dois grupos de acordo com o cimento resinoso utilizado para a cimentação dos pinos (Ghimas White): G1 – Excite DSC/ Variolink II (Ivoclar, Vivadent) e G2 – RelyX Unicem (3M ESPE). Após uma semana a resistência de união foi medida de acordo com as três metodologias em cada grupo. A técnica de microtração apresentou um grande número de falhas prematuras (16,9% no G1 e 27,5% no G2). As amostras em forma de palito, apresentou baixo numero de palitos perdidos Já, em relação ao teste de *push-out* não houve falhas prematuras, a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável e as diferenças regionais de resistência de união nos diferentes terços radiculares puderam ser observadas. Nesse estudo, os autores concluíram que quando se pretende medir a resistência de união de pinos de fibras cimentados, o teste de *push-out* parece ser mais confiável que as técnicas de microtração.

Teixeira et al.¹⁸ (2006) realizaram um estudo para caracterizar, *in vitro*, retenção, fratura, e comportamento de transmissão de luz de quatro diferentes pinos de fibra de vidro. Para isso, 44 dentes unirradiculares foram divididos em 4 grupos de acordo com o tipo de pino que receberam: G1- pino de fibra de vidro paralelo (FibreKleer Parallel Post, Pentron Clinical Technologies); G2- pino de fibra de quartzo duplo cônico (D.T. Light-Post, Bisco, Schaumburg, Ill); G3- pino de fibra de vidro cônico (FibreKleer Tapered Post, Pentron Clinical Technologies); G4- Pino de fibra de vidro paralelo (FibreKor, Pentron Clinical Technologies). As raízes mediam 12 mm e foram preparadas endodonticamente com limas tipo K 1ª série acopladas em contra-ângulo oscilatório. Após uma semana os dentes foram desobturados em 8 mm sendo o conduto preparado com auxílio de instrumento rotatório fornecido. A cimentação dos pinos se deu com uso de sistema adesivo convencional Bond1 (Primer/Adesivo, Technologies Pentron Clínica) seguida de cimento resinoso dual Cement-it (Téchnologies Pentron Clínica) inserido com um instrumento endodôntico não especificado pelos autores. As amostras foram envelhecidas e submetidas a ensaio de resistência de união ao *pull-out*. Para os testes de resistência a fratura os espécimes (n=10) consistiam em pinos divididos de acordo com o delineamento estudado e cimentados em condutos artificiais de alumínio de diâmetro correspondente ao diâmetro dos pinos e sendo 10 mm de comprimento do pino cimentado e 5 mm projetado externamente ao canal. Eles foram conduzidos em uma

máquina de ensaios universal e fixados a 45° para que parte do pino recebesse uma carga compressiva a uma velocidade cruzada de 5 mm/min. Foi determinada carga da fratura em Newtons (N) e os valores de rigidez relativa em (N/mm). Também foi aferida a porcentagem de transmissão de luz por meio de microscópio óptico acoplado a um espectrofotômetro. Ambos os pinos cônicos apresentaram menor retenção do que os paralelos. A análise de MEV indicou mais presença de cimento aderido à superfície nos pinos paralelos em relação aos cônicos. A maior rigidez foi encontrada nos pinos de fibra de quartzo. No decorrer da discussão dos resultados os autores relataram algumas informações relevantes, segundo eles o pino paralelo FibreKor apresenta uma geometria serrilhada, que pode aumentar a retenção mecânica. Quanto à inserção do cimento, foi descrito que a acomodação do cimento dentro do conduto pode sofrer influência pelo formato do pino, e especularam o fato de que pinos cônicos podem permitir menos refluxo de cimento, justamente por uma extremidade ser maior que a outra. De forma geral, os autores concluíram que os pinos paralelos apresentaram melhor retenção do que os cônicos quando um cimento de cura dual à base de resina foi utilizado.

D'Arcangelo et al.³³ (2007) realizaram um estudo com propósito de avaliar resistência de união de três sistemas adesivos/cimento resinoso/pino de fibra variando-se o método de aplicação do agente cimentante. Noventa incisivos superiores recém extraídos e com tratamento endodôntico prévio e com 14 mm de comprimento radicular. Tiveram as coroas foram seccionadas e as raízes preparadas. Foi utilizado hipoclorito de sódio 5% e EDTA 17% para irrigação. Dessa forma, os grupos amostrais consistiam em: Grupo ENA (Micerium) – ENA Post, preparo do conduto em 10 mm com broca específica do sistema, cimento resinoso e sistema adesivo convencional e cimentação seguindo as propostas técnicas; Grupo IVO (Ivoclar Vivadent) - Pino FRC Postec Plus, preparo do conduto com broca do kit, sistema adesivo convencional e cimento resinoso e cimentação seguindo a proposta de pesquisa; Grupo DEN (Dentalica) - Pino Anatomic Post, preparo do conduto com broca do fabricante, sistema adesivo convencional e cimento resinoso e cimentação de acordo com a proposta de pesquisa. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos (n=30), tendo cada um mais 3 subgrupos (n=10) divididos de acordo com a técnica de cimentação empregada. 1- broca lentulo #30 por 4 segundos (Dentsply Maillefer); 2- aplicação de cimento na superfície do pino; 3- injeção do

material com seringa e ponta apropriada (KerrHawe SA, Bioggio, Switzerland). Após remoção dos excessos, uma força constante de 5 kg foi aplicada sobre o conjunto por 60 s. Após a polimerização química, o agente cimentante foi fotoativado por 40 s. Trinta minutos após os procedimentos, todas os espécimes foram armazenados por 24 h e submetidos a fadiga por ciclagem térmica em 10.000 ciclos e armazenados por mais uma semana. Então os espécimes foram seccionados transversalmente em $2 \text{ mm} \pm 0,1$ de espessura. O teste de *push-out* foi então realizado a uma velocidade de 0,5 mm/min e os valores, convertidos em MPa, foram analisados estatisticamente. Em seguida, os modos de fratura foram observados em microscópio óptico com aumento de 20X e 50X e classificados em 5 tipos: 1 - adesiva, entre pino e cimento (ausência de cimento ao redor do pino); 2 - mista, com cimento cobrindo 0% a 50% da superfície do pino; 3 - mista, com cimento cobrindo 50% a 100% da superfície do pino; 4 - adesiva entre cimento e dentina (pino envolvido por cimento e resina) e 5 - coesiva em dentina. Os resultados não mostraram interação entre os fatores técnica de aplicação e agente cimentante. Separadamente, o grupo ENA apresentou os maiores valores de resistência de união. Os valores para técnica de levar o cimento ao pino foram os mais baixos. E a prevalência de falhas foi do tipo mista (pino/cimento). Os autores sugeriram que mais pesquisas são necessárias para divulgar um protocolo de cimentação adequado clinicamente, sendo também pesquisadas outras variáveis que podem sofrer influência e não apenas a resistência de união.

Pegoraro et al.³⁴ (2007) publicaram um artigo abordando o tema “cimentos para uso em odontologia estética” com objetivo de discutir as vantagens, desvantagens, indicações, contra-indicações e abordagens técnicas dos cimentos apresentados hoje pela literatura. Dentre os cimentos relatados, eles descrevem que os cimentos resinosos tornaram-se populares clinicamente devido à sua capacidade de unir substrato dental e restauração. E, que a cimentação de pinos fibro-resinosos já é uma fato rotineiro clinicamente. Segundo eles publicações recentes têm abordado muitas questões até então desconhecidas que são fatores fundamentais para determinar a confiabilidade dos procedimentos de cimentação. Mais aprofundados aos fatores clínicos relacionados ao sucesso da técnica, os autores fazem menção ao tema “espaços vazios” e “bolhas” presentes no cimento. Embora o aprisionamento de vazios possa ser benéfico para reduzir a tensão de contração

gerada, eles funcionam como criadores de estresse durante as tensões de compressão, levando a propagação de fissuras e, conseqüentemente a degradação do cimento principalmente na periferia. Tal problema é bem observado em cimentos com mistura automática. Eles terminam afirmando que a redução de entrada de ar em forma de bolhas pode ser obtida com o uso de uma ponta de auto-mistura, devendo sua inserção no conduto, ser feita por meio de uma ponta de seringa inespecífica diretamente na embocadura do conduto.

Aksornmuang et al.³⁵ (2008) avaliaram a resistência de união nos terços radiculares em cimentações de pinos de fibra de vidro, com o objetivo de avaliar se essa resposta poderia ser afetada pelas características de cada pino. Os seguintes tipos de pinos foram utilizados: Snowlight (Carbotech, Ganges, França), FibreKor (Pentron, LLC, Wallingford, CT, EUA), DT Light-Post (RTD, Grenoble, França) e GC Fiber Post (GC Corporation, Tóquio, Japão). Os pinos foram cortados em 12 mm de comprimento. Doze pré-molares unirradiculares humanos inferiores, extraídos por motivos ortodônticos, foram seccionados na junção cimento-esmalte e tratados endodonticamente. Todos os dentes foram preparados com o mesmo tipo de broca para padronizar o tamanho do canal (8 mm) e características de superfície de dentina após a preparação. A superfície externa de cada raiz foi coberta por resina composta para evitar que a luz externa pudesse interferir na fotopolimerização. Foi utilizado o sistema adesivo Clearfil SE (Kuraray Medical Inc, Tóquio, Japão) sendo previamente feito tratamento da superfície do pino com um agente silano (Clearfil Photobond e Clearfil Porcelana de Bond Activator - Kuraray). O cimento resinoso dualc Clearfil DC Core (Kuraray Medical Inc, Tóquio, Japão) foi injetado no conduto utilizando uma seringa de auto mistura. A fonte de luz halógena utilizada foi emitida pelo aparelho Optilux 501 (Demetron, EUA). Os espécimes foram, em seguida, armazenados em água a 37° C durante 24 horas. Oito discos foram cortados de forma seriada e perpendicular ao eixo da raiz. Cada disco foi transversalmente cortado em palitos de 0,6 × 0,6 mm de espessura. Uma das duas interfaces de cada palito foi selecionada aleatoriamente para o teste. O conjunto foi então submetido ao ensaio de microtração. O padrão de fratura foi observado em MEV. Os dados de resistência de união (MPa) foram divididos em regiões coronal e apical e analisados estatisticamente por ANOVA dois fatores. O tipo de pino de fibra de vidro teve um significativo efeito na resistência de união

($p < 0,0001$). Por outro lado, o fator regional não teve nenhum efeito na resistência de união ($p = 0,100$). Não houve interação entre o tipo de pino e os valores encontrados de resistência de união para os terços radiculares ($p = 0,416$). A resistência de união pode ser afetada pelas propriedades de cada pino de fibra de vidro e a qualidade da interface adesiva também pode ser influenciada com melhora pelo tratamento do pino como o uso ou não de silanos.

Cagidiaco et al.³⁶ (2008) apresentaram uma revisão de literatura com o objetivo de encontrar respostas para questões relevantes sobre a evolução clínica dos dentes tratados endodonticamente e restaurados com pinos de fibra de vidro. Os estudos clínicos publicados em revistas indexadas no PUBMED/MEDLINE entre 1990 e 2007 foram pesquisados através dos termos “pino de fibra” e “estudo clínico”. A força de evidência fornecida pelos periódicos analisados também foi avaliada de acordo com os critérios da odontologia baseada em evidências. Cinco ensaios clínicos randomizados com pinos de fibra apresentaram delineamento semelhante o suficiente para serem comparados. Para os autores, uma meta-análise não pode ser aplicada a estes estudos, uma vez que não apresentavam a mesma investigação clínica. Eles também descreveram muitos estudos retrospectivos e prospectivos sem controles. Como conclusão, dois estudos indicavam que pinos de fibra estavam mais bem indicados que pinos metálicos e haviam alcançado resultados esperados. No entanto, esta evidência não pode ser considerada conclusiva e estudos clínicos longitudinais devem ser realizados. Os autores ainda destacam que tais pinos protegem o remanescente dental contra falhas, especialmente sob condições de destruição coronal extensiva e que o tipo mais comum de falha é o descolamento.

D’Arcangelo et al.²⁴ (2008) desenvolveram estudo *in vitro* para avaliar a resistência de união de três sistemas de adesivos, cimentos resinosos e pinos de fibra na dentina radicular. Foram usados três tipos de pinos de fibra de vidro: Saremco Post Non-stop Fibre (Saremco), FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent) e Anatomical Post (Dentalica). Trinta dentes unirradiculares humanos foram utilizados. Após os condutos serem preparados, foram usados os sistemas adesivos e com os cimentos providos pelos fabricantes para cada sistema. O agente de cimentação foi aplicado dentro do conduto pelo uso de seringa específica com ponta (KerrHawe SA, Bioggio, Switzerland) e feito pressão com dedo indicador. Após o processo de

cimentação, foi realizado o teste de *push-out* nas secções correspondentes a dentina coronária, média e apical. Os tipos de fratura também foram observados. Os resultados foram afetados significativamente pelos sistemas de cimentação utilizados e pelo terço radicular ($P < 0.05$). Os valores mais altos encontrados para resistência de união estavam relacionados com o terço coronário em todos os grupos experimentais. O sistema Sarenco teve os valores mais elevados e o sistema Ivoclar os mais baixos para RU. A análise microscópica dos espécimes revelou a prevalência fraturas mistas. Os autores concluíram que o sistema de escolha e a região radicular anatômica têm relações significativas na avaliação da resistência de união.

Monticelli et al.⁰⁹ (2008) realizaram uma revisão de literatura sobre os procedimentos realizados no pino de fibra de vidro, mais precisamente os tratamentos de superfície, fornecendo informações do seu benefício para melhoria da resistência de união. Baseada nos artigos científicos de revistas listadas na base eletrônica PUBMED/MEDLINE, a busca foi realizada usando termos como: “tratamentos de superfície”, “condicionamento”, “jateamento” e “pinos de fibra”. Os resultados foram resumidos nas categorias: tratamento químico e associação de tratamento micromecânico e químico. De acordo com os resultados dos estudos *in vitro*, foram selecionados 7 artigos para tratamento químico e 15 artigos para tratamento químico e micromecânico publicados entre os anos de 2003 e 2007. Os autores concluíram que o condicionamento de superfície melhorou as propriedades de resistência de união de pinos pré fabricados e que estudos clínicos longitudinais são necessários para que seja possível recomendar tais procedimentos. Já que os valores de RU podem ser influenciados por diversos fatores durante o delineamento de uma pesquisa.

Rasimick et al.³⁷ (2008) realizaram estudo cujo objetivo era determinar o efeito de um condicionamento com EDTA na retenção de pinos cimentados com agentes resinosos. Foram utilizados os seguintes pinos de fibra: grupo 1 - ICEPost (Danville Materiais, San Ramon, CA, EUA), grupo 2 – ParaPost Fibre White (Coltène haledent, Cuyahoga Falls, OH, EUA), grupo 3 - Fibre-Kor (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, EUA), grupo 4 - Flexi-Post Fibre (Essential Dental Systems, Hackensack, NJ, EUA) e grupo 5 - Flexi-Flange Fibre (Essencial Dental

Systems). Foram usados dentes humanos extraídos e armazenados em 0,07% timol. Eles receberam enxague com 1 mL de NaOCl 6% seguido por enxague com 1 mL de água. Metade das amostras receberam um enxague adicional com 1 mL de EDTA 17% seguido por enxague com 1 mL de água e os pinos foram cimentados de acordo com as recomendações do fabricante. O grupo 3 foi tratado com ácido fosfórico 17%, sistema adesivo Bond1Primer/Adhesive e cimento Lut It. Os grupos 1 e 2 foram tratados com adesivo autocondicionante ED Primer 2 e cimento Panavia L 2.0. Os grupos 4 e 5 receberam autoadesivo Flexi-Flow Auto E. O cimento foi inserido com uma broca lentulo espiral e os pinos cimentados. Dois tamanhos de diâmetro para cada pino foram testados: 1,2 mm e 1,4 mm. Após a secção das raízes (n=14) em discos de 1 mm, os mesmos foram testados pela técnica do *pul-out*. ANOVA de três fatores e teste Student-Newman-Kuels foram realizados. A maioria dos resultados mostrou falha entre dentina e agente cimentante. O método de irrigação não teve qualquer efeito significativo ($P > 0,14$). Para todos os grupos o diâmetro maior do pino levou a valores mais altos de resistência de união comparados com os pinos de menor diâmetro.

Soares et al.³⁸ (2008) testaram a hipótese de que a distribuição de tensões e resistência de união de pinos de fibra de vidro a dentina intra-radicular são influenciadas pela metodologia dos testes mecânicos. Para isso foram utilizados 30 dentes unirradiculares superiores com raízes de 15 mm tratados endodonticamente. As raízes foram preparadas com 10 mm de comprimento para cimentação de pinos de fibra de vidro (Reforpost, Angelus, Londrina, PR, Brasil). O sistema de cimentação foi feito pelo uso de um adesivo convencional (Adper Scotchbond Multipurpose – 3M ESPE) e cimento resinoso convencional dual (Rely X ARC, 3M ESPE). O cimento foi aplicado no pino e também levado ao conduto com uma broca lentulo (Malleiffer, Ballaigues, Suíça). Após a remoção dos excessos do cimento, o conjunto foi fotopolimerizado em cada superfície (vestibular, lingual, mesial e distal) por 40 s com 600mW/cm² a partir de uma luz halógena (XL 3000, 3M ESPE, St. Paul, EUA). Os dentes foram divididos aleatoriamente (n=10 por grupo) em *micro-push-out* (MPO), microtração ampulheta (MA) e microtração palitos retangulares (MP). Durante a preparação dos espécimes para ensaio de μ TBS, os corpos-de-prova que fraturaram prematuramente não foram submetidos ao teste. Isso porque para o grupo MP de 50 palitos somente 4 não falharam prematuramente, ficando este grupo

sem ser submetido ao teste mecânico. As amostras restantes foram testadas com velocidade de 0.5 mm/min até a ruptura. A distribuição de tensões dentro de cada tipo de amostra para as três metodologias de ensaios mecânicos foi observada por análise de elementos finitos (AEF). Os grupos MPO e MA apresentaram valores de μ TBS que não foram diferentes significativamente ($p=0,1311$). O teste de *micro-push-out* demonstrou uma maior distribuição de tensões homogêneas pela AEF e menor variabilidade nos resultados. Os autores enfatizaram o método de ensaio por *micro-push-out* como um teste satisfatório e recomendado para determinar a resistência de união de pinos de fibra de vidro.

Amaral et al.³⁹ (2009) realizaram uma pesquisa avaliando diferentes estratégias de cimentação de pinos de fibra na resistência de união desses pinos à dentina radicular por meio do teste de *pull-out*. Para isso 70 dentes bovinos unirradiculares foram preparados para receber a cimentação de pinos de fibra de vidro (White Post DC - FGM) e divididos em 7 grupos com base nas seguintes estratégias de cimentação: G1- Scotchbond Multi Purpose e RelyX ARC; G2- Single Bond e RelyX ARC; G3- ED Primer e Panavia F; G4- Scotchbond Multi Purpose e All Cem; G5- RelyX ARC; G6- RelyX Unicem; G7- Cimento ionomérico RelyX Luting 2. Os espécimes foram armazenados uma semana à 37° C e então submetidos a ensaio de *push-out* e análise estatística por ANOVA e Tukey ($\alpha=0,05$). Foi possível observar diferenças significativas entre as diferentes estratégias de cimentação. Os grupos G6 e G1 apresentaram os maiores valores de resistência de união, sendo G3 e G7 os grupos que apresentaram os valores mais baixos. Os autores concluíram que o cimento resinoso auto-adesivo simplificado apresentou bom desempenho de retenção tal como o controle em que foi utilizado um sistema adesivo convencional dual. Eles ainda sugeriram em sua discussão que a maneira de aplicação do cimento poderia ser um fator de influência nos valores finais de resistência de união em estudos desse tipo.

Ferrari et al.⁴⁰ (2009) avaliaram a influência do conteúdo de carga dos agentes resinosos cimentantes quanto à resistência de união ao *push-out* e nanoinfiltração da interface adesiva dentina/cimento. A hipótese nula era de que o conteúdo de carga em volume presente no cimento resinoso estudado não influenciaria as propriedades mecânicas, pelo estresse de polimerização, do

conjunto cimentado. Para avaliar isso foram utilizados 4 cimentos de cura dual experimentais (GC, Tóquio, Japão) diferenciados apenas pelo teor de carga em volume (10%, 30%, 50% e 70%). O cimento foi inserido em um molde de silicone, sendo este, fixado em dois dispositivos a um Extensômetro (INSTRON, Canton, MA, EUA). O espécime de cimento foi mantido em altura constante durante o teste, com precisão de 1µm, e realizadas 5 medições. O fator C do estudo foi igual a 3. A força (N) apresentada pela célula de carga necessária para manter a altura do espécime constante foi gravada por 2 horas durante a auto-polimerização, gerando o estresse de polimerização (MPa) e taxa de esforço (MPa/s) foram calculados com software próprio. Foi realizada ANOVA 1 fator e teste de Tukey. Para o ensaio de *push-out*, vinte pré-molares unirradiculares foram tratados endodonticamente e preparados com 7 mm de desobturação para receberem o pino RelyX Fiber #2 (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA). Os agentes cimentantes experimentais foram associados ao uso de sistema adesivo convencional XP Bond (DeTrey-Dentsply, Kostanz, Alemanha) e levados ao conduto com instrumento espiral lentulo em baixa velocidade. Os cortes seriados transversalmente foram submetidos ao teste de *push-out* a 0,5 mm/min. As falhas foram observadas em microscópio óptico e as imagens analisadas por software próprio. Após, 4 raízes de cada grupo foram submetidas a nanoinfiltração por Nitrato de Prata 50%, lâminas foram coradas com fucsina ácida e observadas em microscopia de transmissão de luz a 100X. O aparecimento da solução traçadora na interface foi avaliado por escores por dois operadores e os dados submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que os cimentos com elevado teor de carga foram relacionados a um estresse de polimerização aumentado, diminuição da resistência de união e aumento da nanoinfiltração ($p < 0,05$). Consequentemente o inverso também foi verdadeiro, ou seja, o baixo estresse de polimerização teve uma relação com aumento da união de pinos de fibra a dentina radicular. Os autores discutiram seus resultados abordando o fator C para condutos radiculares, de como nestes casos o clínico pode minimizar os efeitos da contração de polimerização, almejando os melhores desempenhos para grau de conversão destes cimentos. Sugeriram que falhas internas como fendas ou bolhas de ar podem influenciar mais na nanoinfiltração do que na resistência de união. Para eles, estudos *in vivo* são necessários para investigar o desempenho clínico em longo prazo destes materiais.

Mazzoni et al.⁴¹ (2009) investigaram a influência da termociclagem na resistência de união de pinos de fibra cimentados por diferentes abordagens de cimentação. Foram utilizados 84 incisivos humanos, extraídos por razões periodontais. O tratamento endodôntico foi realizado e o comprimento de trabalho estabelecido a menos 1 mm a partir do ápice de raiz. Os dentes foram divididos aleatoriamente em três grupos (n = 28). O preparo para o pino foi feito com oito milímetros em profundidade e os grupos foram classificados de acordo com a estratégia de cimentação: Grupo 1, grupo convencional, sistema adesivo XP Bond associado a ativador Self-curing (Dentsply) e pino DT Light Post (RTD, St Egrevé, França); Grupo 2: grupo autocondicionante, primer Panavia F2.0/ED (Kuraray Dental, Osaka, Japão) e pino Tech 21 (Abrasive Technology, Lewis Center, OH, EUA) e Grupo 3: grupo auto-adesivo: cimento RelyX Unicem (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) e pino RelyX (3M ESPE). Os cimentos foram inseridos com auxílio de pontas descartáveis. Sessenta dentes foram designados para o teste de *push-out* (n=20). As amostras foram cortadas em transversal seções para obtenção de fatias da raiz de 1 mm em espessura. Aproximadamente 5 a 6 fatias por dente eram obtidas, e ambas as seções coronais e apical foram incluídos no estudo. Metade dos espécimes de cada grupo foi submetida à termociclagem (40.000 ciclos) a partir de 5 a 55° C por 30 s cada em saliva artificial, enquanto as demais espécimes foram somente armazenados em saliva artificial. Após isso, o teste de *push-out* foi realizado. Todos os espécimes fraturados foram analisados em microscópio estereoscópico para determinar se o modo de falha foi de entre dentina e o agente cimentante (AD), falha adesiva entre o agente cimentante e pino (AP) falha coesa do agente de cimentação (CC) ou fratura mista (M). Os valores obtidos (MPa) foram analisados usando ANOVA dois fatores e Tukey. Para análise da nanoinfiltração Interfacial os restantes 24 pinos cimentados (n=8 por grupo) foram selecionados. A porção de cada raiz contendo a fibra foi seccionada em aproximadamente 5 a 6 fatias por dente. Os espécimes foram cobertos com esmalte para unhas, deixando-se um milímetro livre na interface, e então imersos em solução de Nitrato de Prata Amoniacal 50%. As secções foram, em seguida, submetidas a polimento em lixas de granulação decrescente e então coradas com fucsina básica 0,5 por 15 minutos para serem observadas em um microscópio de luz (Nikon Eclipse; Nikon, Tóquio, Japão) com aumento de 100x. O grau de nanoinfiltração interfacial foi pontuado em uma escala de 0 a 4 por dois observadores da seguinte forma: 0, sem nanoinfiltração; 1,

<25% de nanoinfiltração; 2, 25% a 50% de nanoinfiltração; 3, 50% a 75% de nanoinfiltração e 4, > 75% de nanoinfiltração. Diferenças estatísticas entre a pontuação nos grupos foram analisadas usando o teste do qui-quadrado ($P < 0,05$). Os valores médios para o teste de *push-out* em cada estratégia de cimentação foram estatisticamente diferentes. O padrão de fratura dominante foi AD (agente cimentante e dentina). A termociclagem afetou significativamente a resistência de união do grupo 2 autocondicionante, o grupo 3 autoadesivo e os cimentos em relação com amostras de controle ($p = 0,031$). O grupo 1 convencional não apresentou valores estatisticamente diferentes quando submetido a termociclagem em relação ao controle ($p = 0,084$). Análise da nanoinfiltração Interfacial mostrou que embora a termociclagem tenha causado um aumento significativo na nanoinfiltração interfacial ($p < 0,05$), a estratégia de cimentação em si não teve efeito sobre nanoinfiltração. ($P > 0,05$).

Castellan et al.⁴² (2010) avaliaram a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular comparando a efetividade de testes para esse fim. Eles tinham como objetivo avaliar a capacidade dos testes utilizados para mensuração da RU. Para isso lançaram mão dos testes: microtração em ampulheta (MA), *push-out* (PS), *push-out* modificado (PM) e *pull-out* (PL). Os parâmetros avaliados foram: valores de RU, confiabilidade (utilizando análise de Weibull), modo de falha ou fratura (microscopia confocal) e distribuição de tensões (elementos finitos). Assim, 40 dentes humanos hígidos e unirradiculares foram divididos em 4 grupos: Cada grupo submetidos a um dos testes estudados. Nos grupos MA e OS as amostras tinham $\pm 1,0$ mm de espessura sendo AM em forma de ampulheta e PS em forma de disco. Para os grupos PL e PM foi obtido 1 disco correspondente a cada terço radicular e em cada um foi cimentado um pino diferente. Modelos tridimensionais para cada grupo foram confeccionados e os valores dos corpos de prova estressados foram analisados com base em critérios Von Mises. Os maiores valores de RU foram para o grupo PL seguidos por PM, porém ambos tiveram os maiores valores de fratura adesiva. O grupo PS apresentou a maior frequência de falhas coesivas e PM mostrou uma distribuição de tensões mais homogênea. Os autores concluíram que o desenho da amostra influencia diretamente o comportamento biomecânico dos testes de RU. Isso mostra que métodos diferentes podem significativamente influenciar a RU calculada entre pino de fibra e dentina

radicular bem como os modos de fratura e na distribuição de tensões. Embora comparações metodológicas sejam críticas, pelos resultados encontrados, os pesquisadores afirmam que cada teste tem sua indicação própria e a escolha adequada do método é de crítica importância para que se obtenham resultados mais fiéis possíveis e passíveis de serem extrapolados. Quanto ao teste de *push-out*, este pode ser menos estressante para as interfaces de união, sugerindo serem mais úteis para avaliar RU quando utilizados pinos de fibra. Tendo em vista a relativa fragilidade dos corpos de prova nos outros testes, este parece ser a técnica mais precisa e confiável para realização de tais medidas. Destaque negativo para este teste diz respeito a alta variabilidade em comparação com os outros. Uma tendência para maiores valores de RU pode ser atribuída ao método de cimentação. A diferença nos procedimentos de cimentação também pode interferir nos resultados em diferentes pesquisas, bem como formato dos pinos, tipo de cimento e geometria do canal.

Dias⁴³ (2010) avaliou a influência da associação de catalisadores químicos junto a diferentes sistemas adesivos autocondicionantes e cimentos resinosos de dupla polimerização, na cimentação de pinos pré-fabricados de fibra de vidro, quanto a RU por teste de *push-out*, grau de conversão e nanoinfiltração. Trinta raízes bovinas extraídas foram divididas em três grupos: G1 - Adper SE Plus /Rely X ARC; G2- Adper SE Plus / Catalisador Scotchbond + Rely X ARC; G3- Clearfil SE Bond / ED Primer + Panavia F. Após a cimentação dos pinos foram obtidos espécimes de 1mm de espessura, dos terços cervical (C), médio (M) e apical (A). O teste para RU gerou valores posteriormente submetidos a ANOVA 2 critérios, mostrando que apenas os fatores grupo e profundidade foram significativos, não sendo significativa a sua interação. A menor média de RU foi obtida pelo grupo 3. A análise do grau de conversão mostrou que o catalisador químico não aumentou o grau de conversão do RelyX ARC, já para o Panavia F, este aumentou significativamente seu grau de conversão. Quanto a análise em MEV da nanoinfiltração para o fator grupo, o resultado do teste de Tukey ($p \geq 0,05$) mostrou que a maior média foi obtida pelo grupo 3 que apresentou diferença estatística significativa para os grupos 1 e 2, que não diferiram entre si. Para o fator Profundidade a maior média foi obtida no terço apical que apresentou diferença estatística significativa para o terço cervical, que não diferiu do terço médio. O autor

concluiu que a associação de catalisadores químicos não foi capaz de alterar o padrão da camada híbrida, representado pela nanoinfiltração. E que a mesma está associada inversamente ao grau de conversão dos sistemas de cimentação, o que contribui negativamente para a resistência adesiva de pinos de fibra de vidro.

Cantoro et al.⁴⁴ (2011) avaliaram os discos radiculares seccionados convencionalmente para teste de *push-out* por. Para isso utilizaram microscopia óptica e eletrônica de varredura para verificar a força interfacial e capacidade de selamento de um cimento resinoso autoadesivo quando usado para cimentação de pinos dentes tratados endodonticamente. Foi utilizado o cimento RelyX Unicem 2 Automix (3M ESPE, RUA), Maxcem Elite (Kerr, ME) e seT (SDI, S) usados em combinação com pinos de fibra RelyX (3M ESPE). Em cada grupo cinco pinos foram usados para teste de *push-out* e cinco foram cimentados para observações da interface adesiva, tanto a morfologia como a nanoinfiltração em microscopia óptica e eletrônica de varredura. Seis cortes foram obtidos a partir de cada raiz. Os dados encontrados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) dois fatores e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Pode-se concluir que o cimento RelyX Unicem apresentou diferença significativamente maior ao teste de *push-out* ($9,3 \pm 2.6$ MPa). Os resultados para nanoinfiltração mostraram ser diferentes estatisticamente entre os grupos estudados.

Naves et al.⁴⁵ (2011) investigaram os padrões de condicionamento, modificação da superfície e caracterização de dois diferentes pinos de fibra após diferentes tratamentos de superfície. Dois diferentes sistemas de pino de fibra de vidro reforçado foram estudados: PFV (Reforpost Glass, Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) e PFC (Reforpost carbono; Angelus, Londrina, Paraná, Brasil). Ambos os pinos eram serrilhados e com 1,5 mm de diâmetro. Os pinos foram divididos em cinco grupos com três amostras por grupo, dependendo do pré-tratamento de superfície a serem executadas: Grupo Controle (C) - as superfícies dos pinos foram limpas com solução de etanol-água 70% de acordo com a recomendação do fabricante; Grupo H₂O₂ 24% - imersão em peróxido de hidrogênio 24% por 10 minutos; H₂O₂ 10% - imersão em peróxido de hidrogênio 10% por 20 minutos; Grupo HF 4% - imersão em gel de ácido 4% fluorídrico por 60 s; Grupo H₃PO₄ 37% - imersão em ácido fosfórico a 37% 30 s. Para avaliar o efeito destes tratamentos

sobre os aspectos morfológicos dos pinos por MEV (LEO 435 VP; LEO Microscopia Eletrônica Ltd., Cambridge, UK) os espécimes foram limpos em água deionizada por 10 minutos em cuba ultrassônica e fixado em *stubs* de metal. Em seguida, foram metalizados e submetidos à MEV. As superfícies foram analisadas sob ampliação de 50X a 4000X. com foco na profundidade de condicionamento, integridade e homogeneidade ao longo do tratado superfícies e na interface também na interface pino, cimento/dentina. Avaliação de MEV revelou que a morfologia da superfície dos pinos foi modificada após todos os tratamentos quando comparadas com o grupo controle, para ambos os tipos de pinos. Quando comparados com um grupo controle, HF pareceu penetrar ao redor das fibras de GFP e promover alterações na superfície. A superfície de PFC pareceu ser inerte para tratamento HF com 4%. Dissolução de resina de epóxica e de exposição das fibras superficiais foram observados em ambos os grupos. Relativa área de superfície lisa foi produzida por H_3PO_4 37%, mas com características semelhantes às não tratadas. Os autores concluíram que o tratamento de superfície em pinos de fibra foi um fator determinante para entrelaçamento micromecânico do pino e do agente resinoso. Como o principal problema dos pinos é a perda de retenção para o canal da raiz, é importante otimizar os métodos para melhorar a interação pino/cimento. Falhas nessa união podem comprometer a distribuição de tensões.

Silva et al.⁴⁶ (2011) avaliaram a integridade adesiva entre dentina radicular e pinos de fibra cimentados com agente cimentante de cura dual convencional e autoadesivo. Assim o estudo quantificou a continuidade interfacial produzida por cimentos resinosos de cura dual convencional e autoadesivos nos diferentes terços radiculares. Quarenta incisivos centrais humanos superiores (n=10) receberam a cimentação dos pinos Reforpost # 1 cônicos cimentados com diferentes sistemas. Grupo AC (Adper Scotchbond Multi-porpose Plus + All Cem; Grupo ARC (Adper Scotchbond Multi-porpose Plus + RelyX ARC); Grupo U100 (RelyX U100) e Grupo MXC (Maxcem Elite). As amostras foram seccionadas em discos correspondentes aos terços radiculares e feito réplicas positivas com resina epóxica para posterior análise em MEV. A continuidade interfacial foi semelhante nos terço apical, médio e cervical das raízes dentro dos grupos (Teste de Friedman $p > 0,05$). O sistema MXC apresentou os piores valores. Segundo os autores nenhum cimento favoreceu a continuidade interfacial completa. Mas o cimento convencional

demostrou características qualitativas mais favoráveis. Nesta pesquisa foi discutido que o sistema adesivo convencional de tres passos utilizado contribuiu para os bons resultados obtidos para RU. O sistema adesivo convencional não simplificado aumenta a adaptação interfacial do cimento de cura dual porque tem sua penetração nos túbulos dentinários aumentada melhorando o padrão da camada híbrida formada. Este sistema também carece de monômeros ácidos que garante a compatibilidade total com o cimento. Eles ainda afirmam que uma série de variáveis podem comprometer a adesão entre cimento e dentina, entre elas destacan-se a morfologia e umidade dentinária, compatibilidade de sistemas adesivos e cimentos, capacidade de fotopolimerização profunda, contração de polimerização do cimento e maneira com que o pino é cimentado. Pois, tais cimentos apresentam um tempo de escoamento com uma presa química relativamente prolongada que, possivelmente, pode acarretar não somente na presença de bolhas de ar mas também em gotículas de água ao longo da interface. Essa contaminação de umidade reduz a resistência de união e facilita a lixiviação dos componentes solúveis em água assim como as bolhas podem contribuir para diminuição da RU por causar algum dano ao grau de conversão dos monômeros do agente cimentante pela interferência do oxigênio na reação de polimerização.

Zhong et al.⁴⁷ (2011) avaliaram o efeito da irradiação UV sobre a resistência de união entre pinos de fibra de vidro reforçados com resina epóxica e cimentos resinoso. Doze pinos (POPO, Shidelong, Pequim, China) feitos de fibras de vidro pré-tensionadas unidirecionalmente (60% em peso) e uma matriz de resina epóxica (40% em peso) foram divididos aleatoriamente em três grupos (n=4). Grupo 1 (controle): Sem tratamento de superfície; Grupo 2 (baixo-UV): irradiação UV foi conduzida a partir de uma distância de 10 cm por 10 min e Grupo 3 (alta-UV): irradiação UV foi conduzida a partir de uma distância de 1 cm por 3 min. Para o grupo 2 a lâmpada UV emitia luz na maior parte com comprimento de onda de 253,7 nm a uma potência de 15 W. Os postes de fibra de vidro foram expostos para a irradiação UV durante 10 minutos, e, em seguida, girados 90 ° por mais 10 minutos irradiação, sendo isso repetido quatro vezes em fim de se obter uma superfície irradiada totalmente e uniformemente. Este procedimento também foi realizado no grupo 3. Após, foi inserido o cimento resinoso (Clearfil SA Luting, Kuraray, kayama, Japão) de acordo com as instruções do fabricante e inserido com uma seringa

descartável (EO ESTÉRIL 2, Suyun, Jiangsu, China) em um molde translúcido de polietileno com 16 mm em comprimento, de 10 mm em largura e 1,5 mm na espessura. Os pinos foram inseridos e o cimento foi uniformemente fotopolimerizado com fonte de luz LED (Light 2, 3M ESPE, Seefeld, Alemanha) com uma saída de 1200 mW/cm². Depois o processo de polimerização do material de cimento o molde polietileno foi removido suavemente, deixando para trás o conjunto cimento/pino que foi seccionado em fatias de 1 mm. Após 24 h as fatias, seccionadas em palitos de 0,6 mm de espessura foram levadas ao teste de microtração. Em seguida, as falhas foram observadas com precisão através de um estereomicroscópio 80x e categorizadas em: 1- falha adesiva; 2- falha coesiva e 3- falha mista. Tendo sido verificado que a distribuição de dados era normal (Kolmogorov-Smirnov, $p > 0,05$) o teste de ANOVA um fator e pós teste Tukey foi aplicado. A distribuição dos modos de falha foi analisada pelo teste qui-quadrado. Foi observada diferença significativa entre os grupos revelando que revelou que a irradiação UV teve uma influência significativa sobre a resistência de união por microtração ($p < 0,05$). Além disso, comparando o grupo 2 (Baixo-UV), os resultados do Grupo 3 (Alto-UV) demonstraram valores de resistência de união mais altos significativa ($p < 0,05$). A avaliação pelo estereomicroscópio revelou modificação das superfícies de espécimes de falha em todos os três grupos. Falha adesiva foi a mais evidente. Os resultados alcançados com irradiação UV a partir da distância de 1 cm por 3 min demonstraram exercer algum tipo de influência nos valores de resistência de união na cimentação dos pinos de fibra de vidro.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 PROPOSIÇÃO GERAL

Avaliar a técnica de inserção de cimentos resinosos no conduto radicular para cimentação de pinos de fibra de vidro em dentina humana.

3.2 PROPOSIÇÃO ESPECÍFICA

1. Avaliar a resistência de união ao *push-out* depois de realizada a cimentação dos pinos com quatro técnicas distintas e um cimento resinoso como agente cimentante.
2. Avaliar o padrão de nanoinfiltração na dentina radicular depois de realizada a cimentação dos pinos com quatro técnicas distintas e um cimento resinoso como agente cimentante.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Este trabalho foi aprovado por meio do parecer nº 36/2011 pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa – COEP – UEPG, sob o número de protocolo 18671/10 (ANEXO A). Assim, cinquenta e dois dentes primeiros pré-molares unirradiculares inferiores hígidos, sem dilacerações radiculares e tratamento endodôntico prévio, foram fornecidos pelo BDH da UEPG, obedecendo ao protocolo padrão de armazenagem da instituição. Eles deveriam ter um comprimento radicular medido da JCE de pelo menos 14 mm. Destes, quarenta dentes foram destinados ao teste de resistência de união ao *push-out*, sendo os doze dentes restantes para a avaliação de nanoinfiltração.

As coroas foram removidas por secção perpendicular em relação ao seu longo eixo, imediatamente abaixo a JCE, com auxílio de um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) de modo a criar um acesso ao canal radicular. O comprimento das raízes foi aferido com um paquímetro digital (Mitutoyo Digimatic Caliper, Tóquio, Japão) (Figura 1).

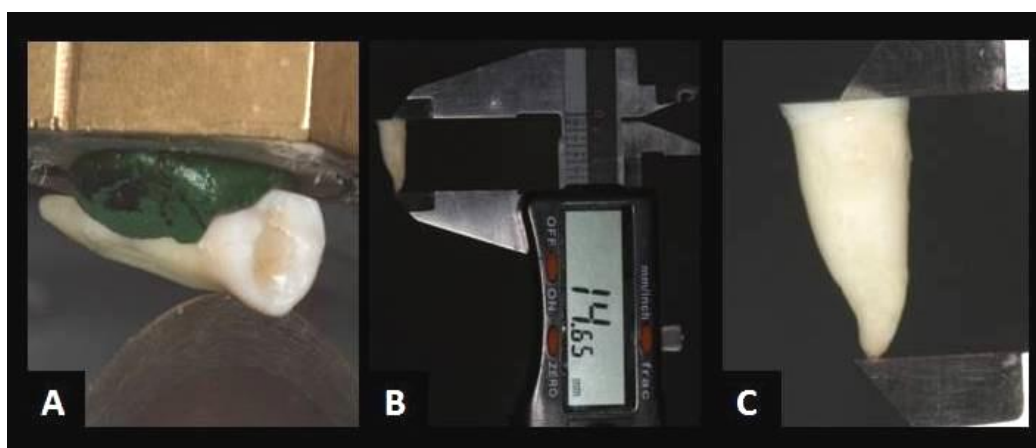


Figura 1: A- Secção da coroa abaixo da JCE; B- Mensuração do comprimento da raiz com paquímetro digital e C- Vista aproximada da raiz.

4.2 TRATAMENTO ENDODÔNTICO E PREPARO DO CONDUTO

O tratamento endodôntico foi realizado padronizando-se todos os condutos pelo uso de limas endodônticas de tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) # 10 para exploração e a sequência de 1ª série para instrumentação com 14 mm de CT, associando a irrigação com solução de NaOCl 1% (Solução de Milton – HW Products, Campo Magro, Paraná, Brasil). Após, foi irrigado soro fisiológico nos canais para neutralização sendo a irrigação e aspiração final realizada com solução de EDTA 17% (Fórmula e Ação, São Paulo, SP, Brasil) durante 3 minutos. Os canais foram então secos com pontas de papel absorvente # 35 e # 40 (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). Em seguida, os canais foram obturados somente nos 4 mm apicais por meio do primeiro passo da técnica de condensação vertical de Schilder, utilizando cones de guta-percha aquecidos (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) e cimento obturador (Sealer 26, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil) manipulado de acordo com as instruções do fabricante (Figura 2). A completa ausência de material obturador além dos 4 mm apicais foi averiguada por radiografia com película periapical após um selamento da entrada dos canais radiculares com cimento de ionômero de vidro (Maxionn R, FGM, Joinvile, SC, Brasil).



Figura 2: A- Limas endodônticas K 1ªsérie; B- NaOCl 1%; C- EDTA 17%; D- Cones de papel # 35 e # 40; E- Cimento endodôntico.

Após uma semana de armazenamento em água destilada a 37 ± 1 °C foram preparados os condutos para fixação do pino intra-radicular White Post DC (FGM, Joinville, SC, Brasil) # 0,5 sendo este um pino cônico e translúcido apresentando um diâmetro entre 0,8 mm na extremidade apical à 1,6 mm na extremidade coronária e 20 mm de comprimento. Com auxílio de brocas de preparo indicadas pelo fabricante e correspondente ao diâmetro do pino os condutos foram preparados em baixa velocidade de rotação (Figura 3). Foi definido um comprimento de 10 mm de conduto para cimentação, respeitando o limite apical já estabelecido em 4 mm. Uma extremidade do pino de 3 mm ficou exposta coronariamente e foi usada como guia para o padrão de distância de fotoativação. Para todos os pinos (n=52) o restante além do comprimento utilizado foi seccionado com disco de disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) sob refrigeração em água constante em baixa rotação.

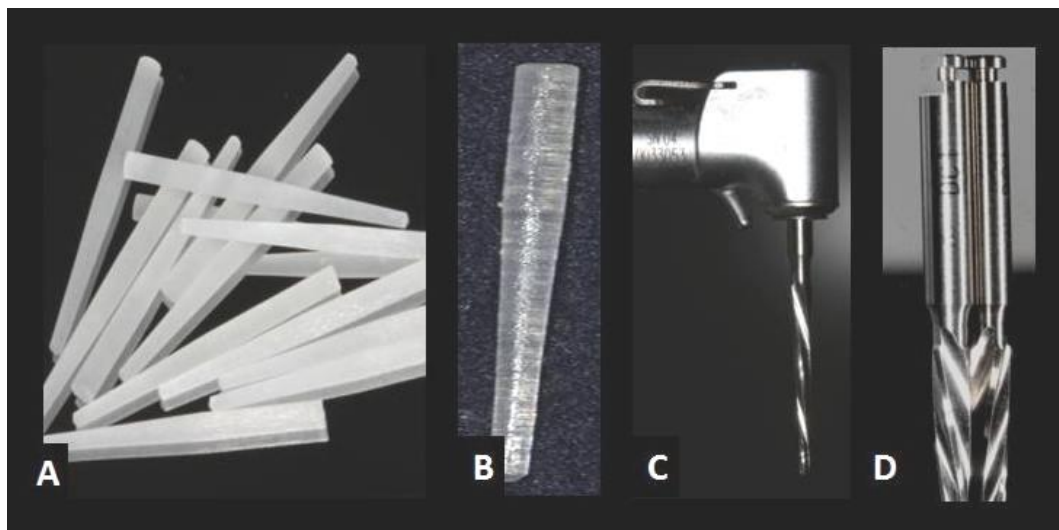


Figura 3: A- Conjunto de pinos de fibra de vidro # 0,5 White Post DC; B- Pino em aumento detalhado; C- Broca fornecida pelo fabricante acoplada ao contra-ângulo de baixa rotação e D- Broca em aumento detalhado.

4.3 DIVISÃO DOS GRUPOS AMOSTRAIS

Os cinquenta e dois primeiros pré-molares inferiores foram aleatoriamente distribuídos da seguinte forma: resistência de união (n=40) e

nanoinfiltração (n=12). Ou seja, cada grupo continha 13 dentes, destes, dez foram conduzidos ao teste de *push-out* e três para avaliação da nanoinfiltração. Os grupos amostrais foram divididos de acordo com o método de inserção do cimento resinoso no interior dos canais radiculares (Quadro 1).

Quadro 1: Distribuição dos grupos de estudo

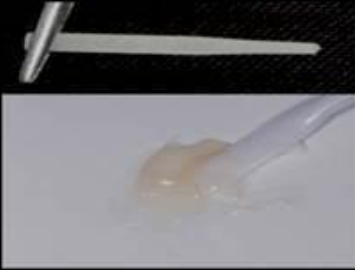
GRUPOS N=13	TÉCNICA DE INSERÇÃO DO CIMENTO RESINOSO	SISTEMA DE CIMENTAÇÃO
GC	Seringa Centrix™ <i>Speed Slot</i> (DFL) com ponta plástica de inserção <i>Accudose Anterior</i> LV de 0,5 mm de diâmetro (10080969)	Sistema Adesivo Adper Scotchbond® Multi-Usa + Cimento resinoso dual All Cem
GL	Broca espiral lentulo de numeração 35	
GP	Cimento sobre o pino	
GI	Seringa descartável para insulina 1 mL <i>bico slip</i> DESCARPACK® Com 0,6 mm de diâmetro (ASA 45)	

4.4 CIMENTAÇÃO DOS PINOS DE FIBRA DE VIDRO

A superfície de cada pino foi tratada de acordo com as instruções do fabricante. Os canais a serem cimentados com cimento resinoso dual convencional All Cem (FGM, Joinville, SC, Brasil) foram condicionados com ácido fosfórico 37% (Scotchbond™ Etchant - 3M ESPE, St Paul MN, USA) e hibridizados com sistema adesivo convencional dual Adper Scotchbond® Multi-Usa (3M ESPE, St Paul MN, USA) que foi aplicado no conduto com auxílio de um micro aplicador descartável

longo (Cavibrush - FGM, Joinville, SC, Brasil). O processo de cimentação dos pinos de fibra de vidro foi realizado de acordo com os diferentes grupos experimentais, ou seja, de acordo com cada técnica de inserção do cimento resinoso ao conduto radicular (Quadro 2).

Quadro 2: Descrição das diferentes técnicas de inserção do cimento resinoso no conduto radicular

TÉCNICA DE INSERÇÃO	DESCRIÇÃO
	A ponta plástica de formato cônico, fornecida pelo fabricante, foi carregada com cimento resinoso para posterior encaixe do êmbolo. Foi então posicionada na embocadura do conduto para dispensa do material.
	A broca lentulo # 35, acoplada ao motor de baixa rotação programado em sentido horário, foi carregada por cimento resinoso e conduzida dentro do conduto. O material foi dispensado em 4 s de acionamento.
	O cimento resinoso foi distribuído na superfície do pino, que foi inserido no conduto com auxílio de pinça clínica sendo feita pressão digital.
	A seringa foi carregada com cimento resinoso para posterior encaixe do êmbolo. Uma ponta metálica de diâmetro 1,2 mm e comprimento de 10 mm foi acoplada a extremidade do dispositivo. Esta foi posicionada dentro do conduto para dispensação do material.

Após, foi realizada a fotoativação do cimento por meio de fonte emissora à base de luz emitida por diodo Ralii Cal (Southern Dental Industries, Austrália – importado por SDI Brasil Indústria e comércio Ltda, São Paulo, SP, Brasil), com uma intensidade de luz de 1200 mW/cm^2 , descrita pelo fabricante e aferida em radiômetro. A ponta do aparelho fotopolimerizador ficou posicionada a 3 mm do término coronário do pino como padronização da distância da fonte de luz, e o tempo de fotoativação foi de 40 s.

A composição dos materiais utilizados para o procedimento de cimentação está especificada no Quadro 3.

Quadro 3: Materiais utilizados no estudo, fabricante, composição e lote.

FIGURA	MATERIAL /FABRICANTE	COMPOSIÇÃO*	LOTE
	Scotchbond™ Etchant /3M ESPE	Ácido Fosfórico 37%	9NN
	Adesivo Adper Scotchbond®Multi-Use /3M ESPE	<u>Ativador:</u> solução etílica de um sal de ácido sulfínico e um componente fotoiniciador. <u>Primer:</u> solução aquosa HEMA e copolímero do ácido polialcenólico. <u>Catalisador:</u> HEMA e Bis-GMA	N203061 N198771 N115697
	Cimento Resinoso All Cem® /FGM	<u>Pasta A:</u> Bis-GMA, TEGDMA, zircônia e sílica, fotoiniciadores, amina e pigmentos. <u>Pasta B:</u> Bis-GMA, TEGDMA, peróxido de benzoíla, zircônia e sílica.	040211
	Pino de fibra de vidro White Post DC /FGM	Fibra de vidro, resina Epóxica, composto radiopaco, carga inorgânica e promotores de polimerização.	E0499
	Fotopolimerizador Ralii Cal /SDI	Diodo Emissor de Luz – LED (1200 mW/cm^2)	PAK1252

4.5 RESISTÊNCIA DE UNIÃO – TESTE DE *PUSH-OUT*

Após uma semana da cimentação, as dez raízes de cada grupo foram embutidas em tubos de PVC preenchidos com resina acrílica quimicamente ativada (Jet, Artigos Odontológicos Clássico, SP, Brasil). Em seguida, as raízes foram seccionadas perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com disco de diamante de 0,3 mm de espessura montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) a 400 rpm, originando fatias com espessura média de $1 \pm 0,1\text{mm}$, verificadas com paquímetro digital (Mitutoyo Digimatic Caliper, Tóquio, Japão) (Figura 4). Descartando-se as fatias da extremidade coronária e apical foram obtidas duas fatias correspondentes a cada terço radicular: apical, médio e cervical (Figura 5).

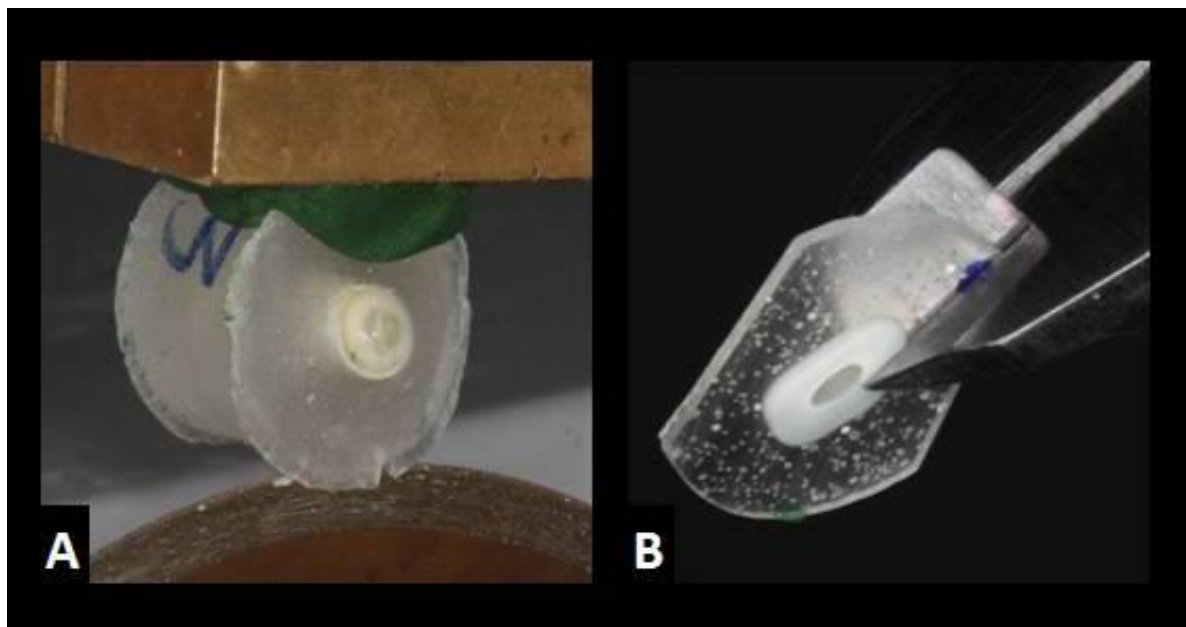


Figura 4: A- Secção perpendicular ao eixo da raiz para obtenção dos espécimes “discos”; B- Mensuração da espessura do espécime com paquímetro digital.

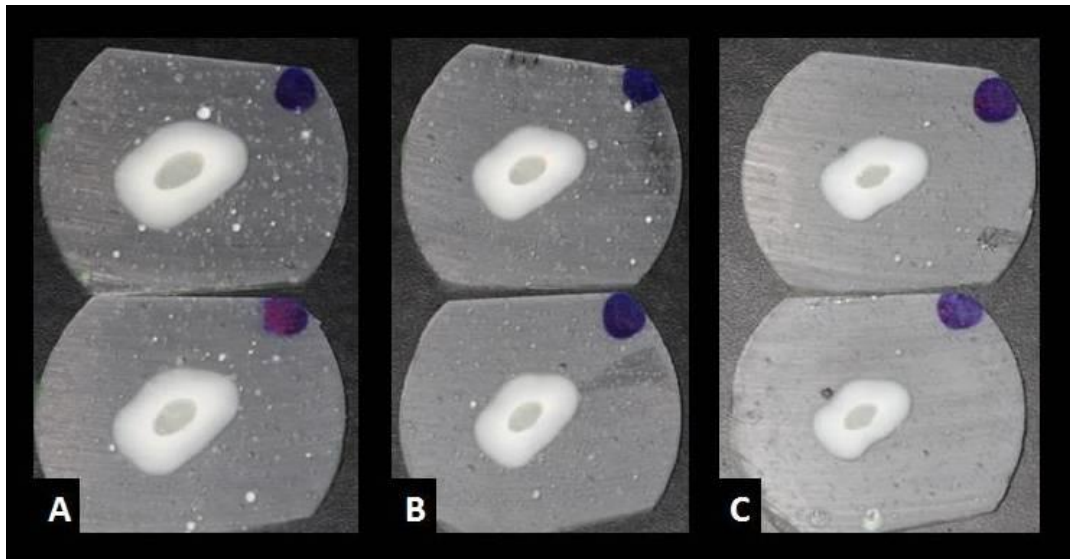


Figura 5: Espécimes obtidos da secção da raiz; A- Terço coronário; B- Terço médio; C - Terço apical.

Cada espécime, foi submetido a observação em microscopia óptica 40X sendo realizadas imagens de cada superfície (coronária e apical) de cada uma das 6 fatias. Essas imagens foram utilizadas para que fosse calculado o diâmetro do pino visto pela superfície coronária e apical em cada espécime, pelo programa Image Pro Plus 3.0 (Figura 6). A obtenção deste diâmetro é necessária para se calcular a área adesiva de cada espécime.

A área adesiva foi estimada por meio da fórmula utilizada para calcular a área de superfície lateral de um cone truncado:

$$\text{Área Adesiva} = \pi(R + r)[(h^2 + (R - r)^2)^{0,5}]$$

Onde:

π é a constante 3,1416;

R representa o raio coronário do pino (mm);

r representa o raio apical do pino (mm);

h representa a espessura dos corpos-de-prova (mm).

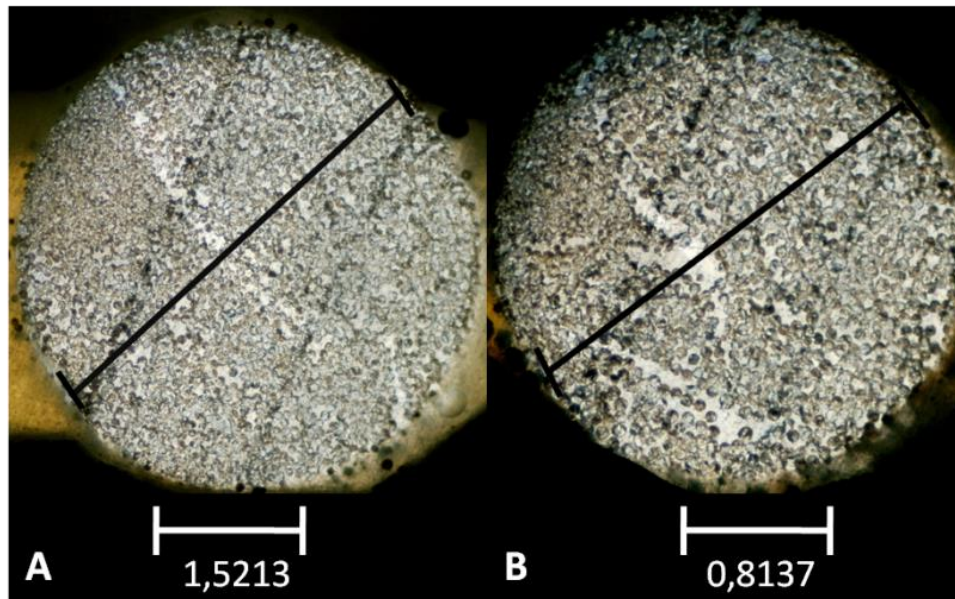


Figura 6: Medidas em mm do diâmetro do pino de fibra em cada uma das extremidades. A- superfície coronária do primeiro espécime seccionado; B- superfície apical do último espécime seccionado de mesma raiz.

Cada espécime foi estressado pelo teste de *push-out* em uma máquina de ensaio universal (AG-I, Shimadzu Autograph) com uma célula de carga de 50 Kg a uma velocidade de 0,5 mm/min, de tal forma que a carga exercia uma força compressiva constante no sentido apico-coronal do pino intrarradicular até seu deslocamento. Durante o teste foram utilizados edentadores de diâmetros 1 mm, 0,9 mm e 0,7 mm correspondente aos terços cervical, médio e apical (Amaral et al.³⁷ 2009).

4.6 AVALIAÇÃO DO GRAU DE NANOINFILTRAÇÃO

De cada grupo experimental, após a cimentação, três raízes foram destinadas à avaliação de nanoinfiltração. Cada uma foi seccionada obtendo-se 2 espécimes (fatias) para cada terço radicular como já havia sido feito para o teste de *push-out* anteriormente descrito. Estes foram os espécimes a receber a solução traçadora de prata. As amostras foram submersas nesta solução, Nitrato de Prata Amoniacal 50% (AgNO_3NH_4 – Laboratório de química inorgânica, UEPG, Ponta

Grossa, Paraná, Brasil), permanecendo por 24 h a 37° C. Após este tempo foram lavadas em água destilada por 2 minutos (Cantoro et al.⁴⁴ 2011) (Figura 7).

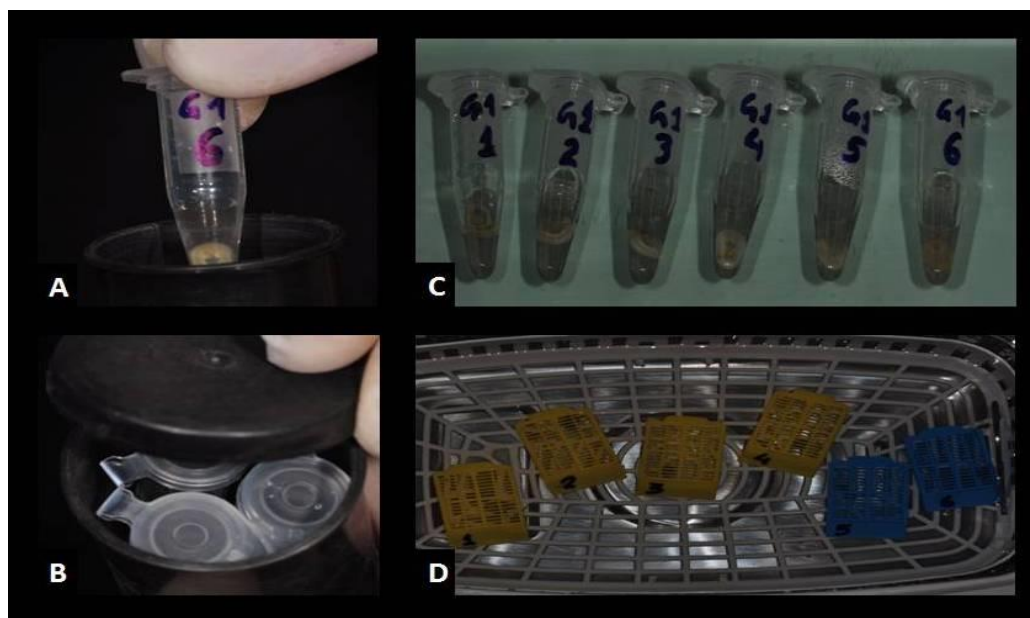


Figura 7: A- Espécime imerso em Nitrato de Prata 50%; B- Espécimes armazenados em frasco opaco e mantidos livres de iluminação por 24 h a 37°C; C- Espécimes após armazenamento e D- Espécimes lavados separadamente por 2 minutos em cuba ultrassônica.

Após isso os espécimes foram imersos em uma solução reveladora (Kodak – Revelador D-76 – Kodak Brasileira, São José dos Campos, SP, Brasil) por 8 h, e expostas à iluminação fluorescente direta através de uma luminária e indireta através da iluminação do ambiente, após este tempo, foram lavados abundantemente em água corrente e em banhos ultrassônicos (Figura 8).



Figura 8: A- Solução reveladora; B- Espécimes imersos em revelador; C- Fonte de luz branca direta sobre os espécimes e D- Lavagem dos espécimes em cuba ultrassônica separadamente.

Em seguida, os espécimes foram processados para que fosse possível a visualização, em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), dos espaços nanométricos no interior da camada híbrida e na interface desta com o cimento resinoso e da interface deste com o pino de fibra de vidro. Para tanto, eles foram incluídos em uma base metálica (*stub*) com parafina e polidos sequencialmente com lixas de Carbetto de Silício # 600, 1200 e 2000 em lixadeira politriz (Aropol E – Arotec, Cotia, São Paulo, SP, Brasil) sob-refrigeração (Figura 9). Na sequência cada espécime foi polido com discos de feltro e pasta diamantada em granulação decrescente (3,1 μm e 0,25 μm) (FGM – Joinville, Santa Catarina, Brasil). Entre cada granulação de lixa e de pasta, as amostras foram imersas em água destilada e colocadas em cuba ultra sônica (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 10 minutos para remoção de detritos. Terminada etapa de polimento dos espécimes, foi feita a desidratação das amostras em álcool etílico absoluto em concentrações crescentes (25%, 50%, 75%, 90% e 100%) em que permaneciam imersas por 10

minutos em cada concentração. Após isso os espécimes foram mantidos em recipientes contendo sílica coloidal a $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ por 48 horas.

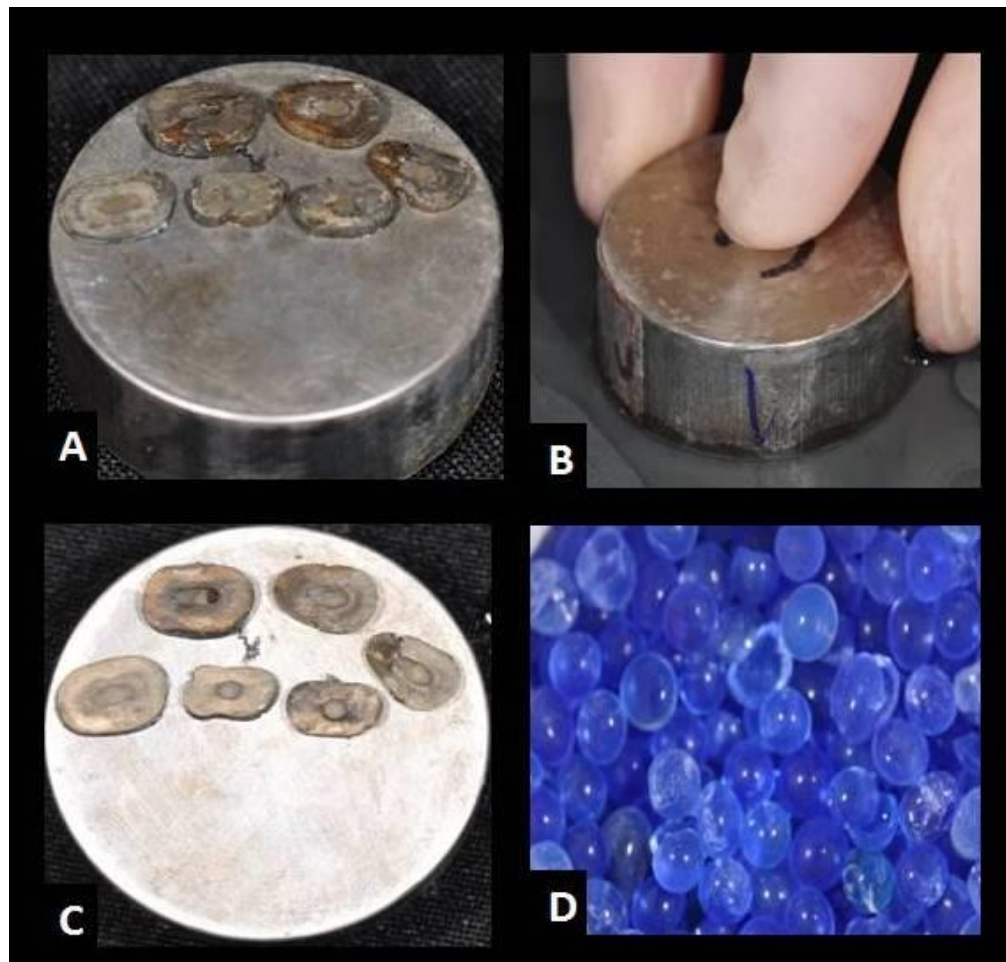


Figura 9: A- Espécimes previamente ao polimento e posicionados sobre o *stub*; B- Polimento feito por meio de fricção do bloco sobre a lixa com refrigeração; C- Aspecto do conjunto após polimento; D- Aspecto da sílica aquecida e desidratada em que o *stub* foi armazenado.

Finalizado este processo as amostras foram metalizadas com ouro (Balzers SCD 050 Sputter Coater, Bal-Tec, Alemanha) (Figura 10) para serem observadas sob microscopia eletrônica de varredura (SSX-550; Shimadzu, Tóquio, Japão) operando em alto vácuo numa potência de 15 kV de voltagem de aceleração, no qual foram obtidas imagens em elétrons retro espalhados. Para calcular o nível

de nanoinfiltração, as imagens foram analisadas utilizando-se o Programa Image-Pro® PLUS 3.0 The Proven Solution™.



Figura 10: Amostras fixadas em *stubs*, previamente preparadas para serem submetidas ao MEV.

De acordo com a utilização do programa, após a imagem ser carregada, com o auxílio da barra de medida originada no microscópio, foi feita a calibração da ferramenta de medida em distância do programa. Com esta ferramenta pode ser obtida a medida do perímetro de cada conduto (p). Em seguida, foi medida e registrada apenas a parte do perímetro marcada pelo traçador (t). Então, através uma regra de três onde $t/p = x/100$, será obtido o grau de nanoinfiltração de cada uma das amostras.

Foi realizada também microscopia óptica com aumento de 40 X, em que foi possível observar aspectos qualitativos da distribuição do agente cimentante pelo conduto. As imagens mostram regiões com padrões de total selamento, bem como outras com presença de bolhas distribuídas por todos os terços e também situações de áreas preenchidas com cimento, mas interpostas por fendas (Figura 11).

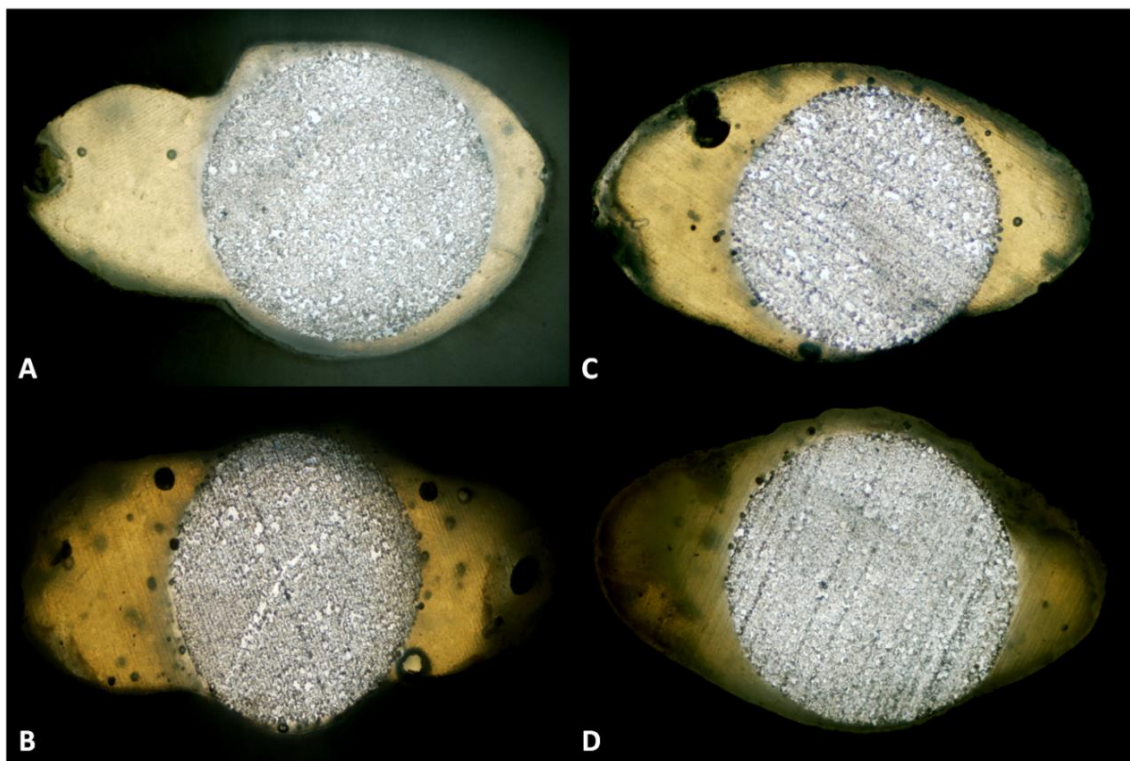


Figura 11: Imagens de microscopia óptica em aumento de 40X mostrando o aspecto da distribuição do cimento resinoso no terço coronário nas diferentes técnicas de inserção do cimento. A- GC; B- GL; C- GP e D- GI.

As imagens dos espécimes obtidas através de MEV foram utilizadas para o cálculo do grau de nanoinfiltração, paralelo a isso também foi possível observar por meio delas características qualitativas do padrão de distribuição e escoamento do cimento pelo conduto (Figuras 12, 13, 14 e 15).

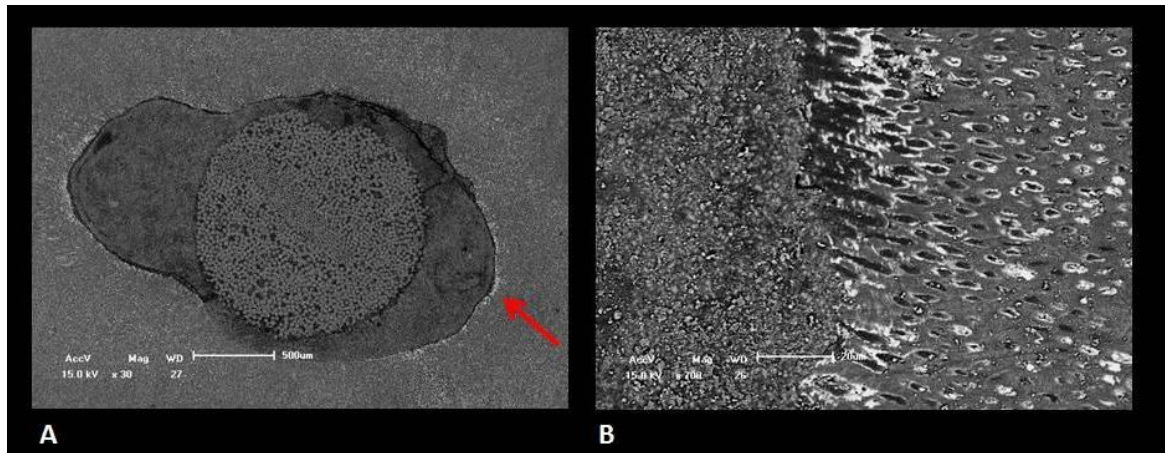


Figura 12: Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GC – terço médio. A - aumento de 30X e B - e 700X. A seta indica a área aumentada.

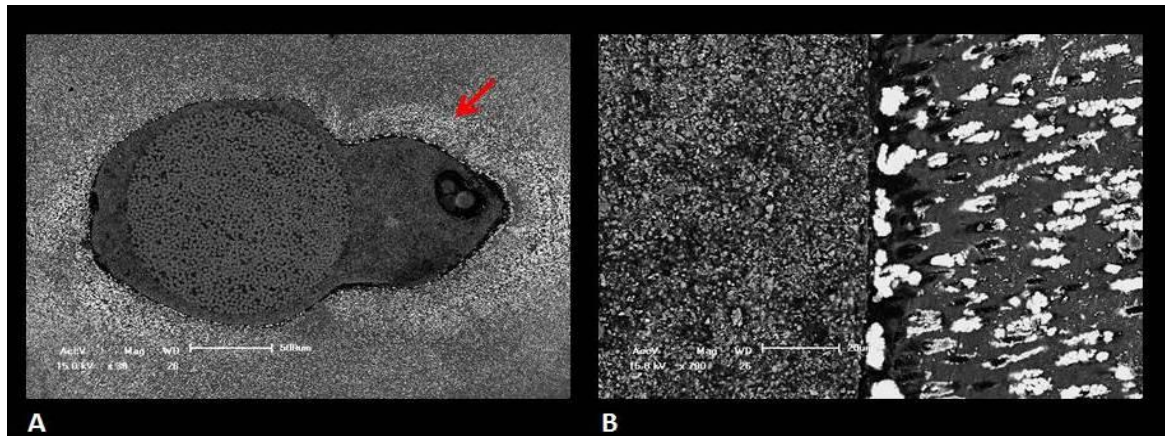


Figura 13: Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GL – terço médio. A - aumento de 30X e B - e 700X. A seta indica a área aumentada.

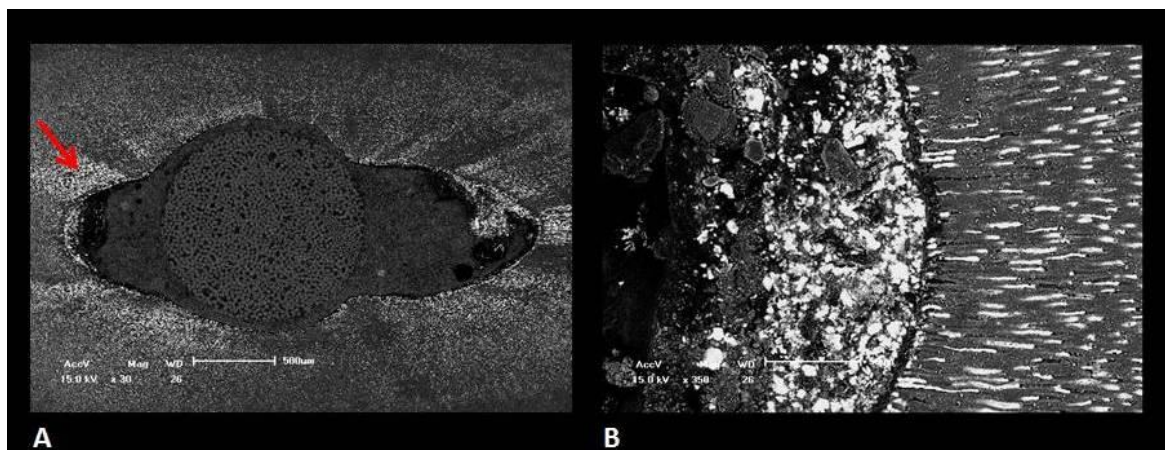


Figura 14: Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GP – terço médio. A - aumento de 30X e B - e 700X. A seta indica a área aumentada.

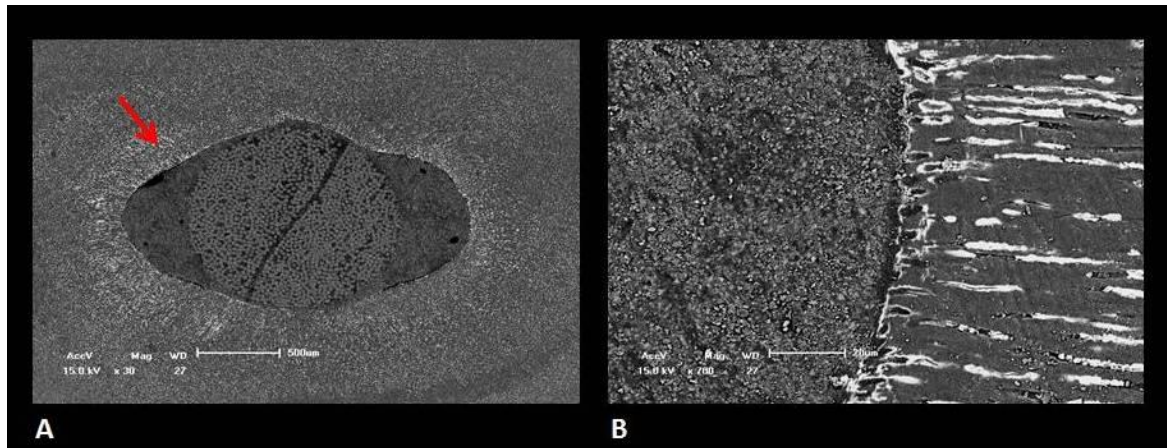


Figura 15: Fotomicrografias da nanoinfiltração observada no grupo GI – terço médio. A - aumento de 30X e B - e 700X. A seta indica a área aumentada.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A unidade experimental deste estudo foi a raiz dentária, ou seja, a média obtida dos seis discos, que correspondem aos terços radiculares coronário, médio e apical, sendo dois para cada um.

Para avaliar a variável dependente quantitativa “resistência de união” foi levado em consideração o fator “técnica de inserção do agente de cimentação”. A resistência de união (RU) foi avaliada pelo ensaio de *push-out*. Os valores obtidos em MPa, foram utilizados para cálculo da resistência adesiva e analisados estatisticamente com teste paramétrico ANOVA de um fator e pós-teste de Tukey HSD para o contraste das médias de cada grupo.

Para avaliação da nanoinfiltração, foram utilizadas três raízes para cada grupo, das quais foram obtidos três discos relativos a cada terço radicular (coronário, médio e apical). Assim, obteve-se um total de 36 discos entre os quatro grupos estudados. As fotomicrografias obtidas a partir de cada espécime foram avaliadas em *software* por dois pesquisadores calibrados, que mensuraram as mesmas imagens em momentos separados. Dos valores atribuídos (μm), e transformados em porcentagem por cada avaliador, foi calculado um valor médio final para cada imagem e então levados para análise estatística.

Previamente a realização dos testes estatísticos a verificação da normalidade dos dados foi realizada pelo teste D'Agostino. O nível de significância adotado foi de 5% ($\alpha=0,05$), assim, para $p>0,05$ a hipótese nula (H_0), na qual não haveria diferença significativa entre os grupos, seria aceita. Caso $p\leq 0,05$, a H_0 não seria aceita indicando diferença significativa entre os grupos. Os cálculos realizados por meio de software estatístico BioEstat versão 5.0 para Windows (Belém, Pará, Brasil).

5 RESULTADOS

5.1 RESULTADOS PARA RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Para cálculo da RU em cada um dos 4 grupos foram utilizadas 10 raízes que forneceram um total de 60 espécimes (discos). Com os valores obtidos pelo teste de *push-out*, foi calculada a média (MPa) e desvio padrão da RU entre pino de fibra de vidro e dentina radicular obtidos em função das técnicas de inserção do agente cimentante que foram utilizadas. Estes valores foram calculados tanto para comparação entre grupos como para comparação entre os terços radiculares (terços coronário, médio e apical) para os diferentes grupos experimentais (Tabelas 1 e 2). Todos os valores originais de resistência de união estão descritos no Apêndice A.

Tabela 1: Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão entre pino e dentina radicular de acordo com cada grupo experimental

GRUPO n=10	Média ± DP
GC	18,57 ± 4,19 a
GL	15,03 ± 2,17 a
GP	13,71 ± 1,61 b
GI	18,11 ± 3,09 a
TOTAL	16,36 ± 2,35

Nota: * GC (Seringa Centrix®); GL (Broca Lentulo # 35); GP (Cimento aplicado no pino) e GI (Seringa de insulina 1 mL)

** Letras iguais não mostram diferença estatisticamente significativa

Tabela 2: Média da resistência de união (MPa) e desvio padrão dos grupos de estudo nos diferentes terços radiculares.

GRUPOS n=10	TERÇO RADICULAR		
	Coronário	Médio	Apical
GC	21,34 ± 14,73	18,43 ± 6,23	15,93 ± 4,70
GL	12,52 ± 4,96	14,45 ± 5,96	18,13 ± 8,31
GP	16,78 ± 6,65	12,28 ± 5,60	12,08 ± 8,39
GI	19,27 ± 8,61	17,44 ± 7,45	17,61 ± 10,60
TOTAL	17,47 ± 3,79	15,65 ± 2,81	15,94 ± 2,74

Nota: * GC (Seringa Centrix®); GL (Broca Lentulo # 35); GP (Cimento aplicado no pino) e GI (Seringa de insulina 1 mL)

Os maiores resultados de média de RU foram encontrados no grupo GC ($18,57 \pm 4,19$) e os menores resultados ($13,71 \pm 1,61$) foram os do grupo GP. A avaliação entre os grupos mostrou diferença estatisticamente significativa entre GC e GP ($p < 0,01$) e entre GP e GI ($p < 0,05$). A variável técnica de inserção mostrou exercer influência sobre os valores de resistência de união encontrados.

A avaliação da RU entre os terços radiculares, independente dos grupos estudados, não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os mesmos ($p = 0,3421$). Porém quando comparados os valores de RU entre os terços para cada grupo experimental somente GL apresentou diferença estatisticamente significativa entre terço coronário e apical ($p = 0,0279$). Grupo este que apresentou o menor valor de RU para terço coronário ($12,52 \pm 4,96$) e maior valor de RU para o terço apical ($18,13 \pm 8,31$) entre os grupos estudados. A relação entre os dados encontrados entre os grupos e entre cada terço radicular podem ser observado no gráfico 1.

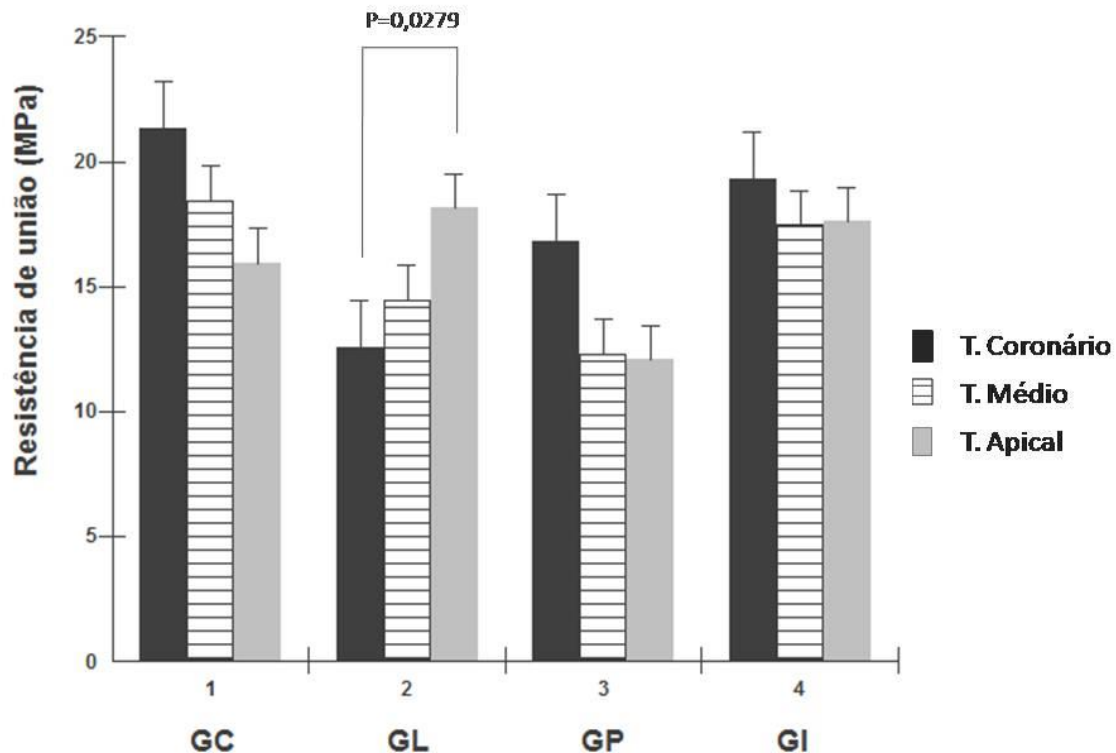


Gráfico 1: Média e erro padrão dos valores de resistência de união (MPa) para as diferentes técnicas de inserção de agente cimentante nos diferentes terços radiculares. O grupo GL foi o único a apresentar valores com diferença estatisticamente significativa entre o terço coronário e apical ($p < 0,05$). (ANOVA um fator com pós-teste de Tukey)

5.2 RESULTADOS PARA O GRAU DE NANOINFILTRAÇÃO

Os valores obtidos foram submetidos a cálculo da média (%) e desvio padrão do grau de nanoinfiltração entre pino de fibra de vidro e dentina radicular, obtidos em função das técnicas de inserção do agente cimentante que foram estudadas.

Estes valores foram calculados tanto para comparação entre grupos como para comparação entre os terços radiculares (terços coronário, médio e apical) para os diferentes grupos experimentais (Tabelas 3 e 4). Todos os valores originais de resistência de união estão descritos no apêndice A.

Tabela 3: Média (%) e desvio padrão para o ensaio de nanoinfiltração de acordo com cada grupo experimental.

GRUPO n=3	Média ± DP
GC	37,77 ± 18,95 a
GL	51,89 ± 18,33 a
GP	65,11 ± 13,58 b
GI	42,00 ± 13,39 a
TOTAL	49,71 ± 18,85

Nota: * GC (Seringa Centrix®); GL (Broca Lentulo # 35); GP (Cimento aplicado no pino) e GI (Seringa de insulina 1 mL)

** Letras iguais não mostram diferença estatisticamente significativa.

Tabela 4: Média (%) e desvio padrão para o ensaio de nanoinfiltração de acordo com cada grupo experimental nos diferentes terços radiculares.

GRUPOS n=3	TERÇO RADICULAR		
	Coronário	Médio	Apical
GC	22,08 ± 5,67	30,54 ± 2,09	62,25 ± 7,76
GL	68,15 ± 17,20	55,68 ± 8,37	33,52 ± 6,28
GP	78,00 ± 14,62	58,83 ± 10,41	59,64 ± 7,81
GI	40,22 ± 7,09	36,55 ± 16,75	51,04 ± 14,51
TOTAL	51,58 ± 25,40	44,91 ± 15,86	51,08 ± 14,33

Nota: * GC (Seringa Centrix®); GL (Broca Lentulo # 35); GP (Cimento aplicado no pino) e GI (Seringa de insulina 1 mL)

Os maiores valores em porcentagem para o grau de nanoinfiltração foram observados no grupo GP (65,11 ± 13,58) e os menores no grupo GC (37,77 ± 18,95) ficando evidente diferença estatisticamente significativa entre eles ($p < 0,01$). Outra diferença significativa foi observada entre o grupo GP (65,11 ± 13,58) e GI

($42,00 \pm 13,39$) ($p < 0,05$). No grupo GI pode-se perceber tendência dos valores se aproximarem aos de GC, assim como os valores de GL e GP.

A avaliação do grau de nanoinfiltração entre os terços radiculares, independente do grupo estudado, não mostrou diferença estatisticamente significativa ($p = 0,6469$). Quando observado esta variável entre os terços radiculares de cada grupo específico, o grupo GC apresentou valores correspondentes ao terço apical que se diferenciaram significativamente dos valores encontrados tanto para terço coronário como para terço médio ($p < 0,01$). De acordo com os resultados este grupo apresentou maior grau de nanoinfiltração no terço apical. Da mesma forma o grupo GL apresentou valores para nanoinfiltração estatisticamente elevados no terço coronário, ficando o terço apical com os valores mais inferiores ($p < 0,05$). A relação entre os grupos estudados e os valores de nanoinfiltração em cada terço radicular podem ser observados no gráfico 2.

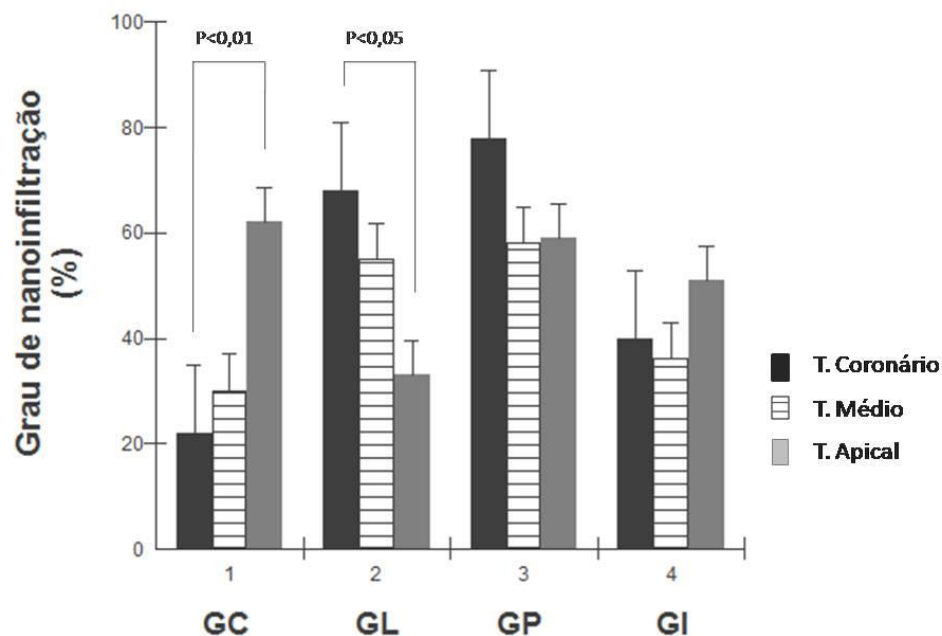


Gráfico 2: Média e erro padrão dos valores correspondentes ao grau de nanoinfiltração (%) para as diferentes técnicas de inserção de agente cimentante nos diferentes terços radiculares. Diferença estatística entre os terços radiculares para o grupo GC e GL. (ANOVA um fator com pós-teste de Tukey)

6 DISCUSSÃO

Os pinos de fibra de vidro permanecem retidos no conduto por um conjunto de fatores que somados garantem o sucesso clínico. Suas propriedades favoráveis como melhor distribuição das tensões, em combinação com vários agentes de cimentação e sistemas adesivos fortalecem suas indicações (Aksornmuang et al.³⁵ 2008). Porém, a grande variedade de produtos e as dificuldades intrínsecas de ligação dentro do conduto tornam complicada a escolha de uma estratégia de cimentação que forneça retenção confiável e duradoura para dentina radicular (Mazzoni et al.⁴¹ 2009).

Sendo o processo adesivo o ponto principal neste caso, as características do conjunto pino-cimento-dentina têm sido pesquisadas com diferentes enfoques. Assim, podem ser encontradas pesquisas abrangendo o tratamento de superfície do pino, tratamento da dentina, estratégias de adesão, e também a maneira de levar o cimento ao conduto entre outras (D'Arcangelo et al.²⁴ 2008, Zhong et al.⁴⁷ 2011).

Sabe-se que o principal problema dos pinos é a perda de retenção dentro do canal radicular e por isso a melhora nesta interação tem sido pesquisada. Como discretas falhas estruturais no pino já podem ser suficientes para criar concentração de tensões dando início a falha Naves et al.⁴⁵ (2011) mostrou que um protocolo simples, rápido e de baixo custo utilizando H_2O_2 e silano pode servir para aumentar ou favorecer a ligação entre agente cimentante e superfície do pino. O que também foi confirmado por Monticelli et al.⁹ (2008).

Como a qualidade do vínculo em cada interface tem sua devida importância no sucesso clínico de pinos de fibra de vidro, alternativas de tratamento para o substrato também são pesquisadas. Pois a literatura afirma que a maior frequência de falhas adesivas de deslocamento está relacionada com a interface cimento/dentina (Ferrari et al.²² 2000). Assim, o tratamento do tecido dentinário para aumentar qualidade adesiva também pode ser realizado, como exemplos estão a utilização de hipoclorito de sódio e EDTA (Rasimick et al.³⁷ 2008), porém, para o autor, lavar o conduto com EDTA previamente a cimentação não melhorou a força

de retenção quando avaliado em tempo imediato. Um resultado diferente foi encontrado quando o autor utilizou sistema adesivo autocondicionante, em que observou um aumento de 20% na resistência adesiva.

Outra forma para melhorar a resistência de união dos pinos está em lançar mão de diferentes estratégias de união. Dessa forma Silva et al.⁴⁶ (2011) avaliaram a integridade adesiva com agente cimentante de cura dual convencional e autoadesivo e relataram semelhança nos resultados encontrados para ambas as estratégias pesquisadas. Um fator importante a ser considerado também é que a retenção do pino dentro do conduto pode estar relacionada com a morfologia dos pinos utilizados. Pois além do embricamento mecânico o formato do pino e sua correta posição também influenciam em um selamento mais hermético possível no conduto. Isso pode ser observado na figura 11 em que nas imagens de microscopia ótica feitas neste estudo pode ser visto como os condutos eram elípticos, e a formação de fendas e bolhas estava presente na maioria dos casos nas extremidades, diferente das porções onde o pino apresentava um melhor assentamento e favorecia a diminuição da linha de cimento.

Teixeira et al.¹⁸ (2006) evidenciaram que além de pinos cônicos apresentaram menor retenção do que os paralelos em análise de MEV havia maior quantidade de cimento aderido à superfície nos pinos paralelos em relação aos cônicos. Isso pode significar que nos pinos cônicos o cimento não foi distribuído por toda superfície do pino adequadamente. Assim, neste estudo foi optado pela utilização de um pino cônico por ser a opção mais aceita pelo clínico e por preservar mais o tecido dentinário, além de ser um pino translúcido. Isso porque a passagem de luz a um comprimento de 10 mm pode ser considerada satisfatória na cimentação de um pino fibrorresinoso. Assegurando o que foi determinado neste estudo em que se preconizou 10 mm de comprimento do pino dentro do conduto. Um fato importante é que Teixeira et al.⁵⁰ (2008) descreveram que o pino que menos permitiu a passagem de luz em seu estudo foi o que apresentou os melhores valores de resistência de união ao *pull-out*.

Neste trabalho foi utilizado um único cimento resinoso convencional dual associado a um sistema adesivo convencional dual para que não houvesse alteração qualitativa nem quantitativa nos resultados encontrados, visto que se

buscava elucidar melhor um padrão de assentamento do cimento dentro do conduto. Esses materiais têm sido utilizados em outros trabalhos de forma satisfatória e segura (Silva et al.⁴⁶ 2011). Isso é um ponto importante porque os cimentos resinosos sofrem diferentes alterações que podem afetar sua viscosidade, característica essa relacionada com o conteúdo de carga do material e que é inerente a cada marca comercial. Nos achados de Ferrari et al.⁴⁰ (2009) os cimentos com teor mais elevado de carga e conseqüentemente maior viscosidade, foram os que apresentaram um estresse de polimerização aumentado, diminuição da resistência de união e principalmente aumento da nanoinfiltração. Pois neste caso o escoamento adequado do material também sofre influência da viscosidade e assim seu correto assentamento pelo interior do conduto pode ser prejudicado.

Também foi procurado observar se a maneira com que o cimento é levado e dispensado no conduto pode influenciar a propriedades mecânicas dos pinos de fibra de vidro bem como as propriedades adesivas na interface dentina/cimento. Pois, a técnica usada para introduzir o agente cimentante resinoso pode garantir uma redução na formação de bolhas de ar bem como espaços vazios dentro do conduto, o que melhoraria o embricamento mecânico do pino (D'Arcangelo et al.²⁴ 2008). Além do oxigênio das bolhas poderem interferir na reação de polimerização do cimento resinoso, diminuindo suas propriedades mecânicas. Dessa forma até mesmo pontas de metal descartáveis poderiam ser utilizadas de forma mais prática (Ferrari et al.⁴⁰ 2009).

Quando foi realizada uma comparação entre as quatro formas de inserção do cimento resinoso, tanto os valores de resistência de união como nanoinfiltração mostraram diferença significativa entre os grupos. Os grupos GC e GI apresentaram o melhor desempenho para as duas variáveis observadas, ou seja, as técnicas que utilizaram a injeção do cimento dentro do conduto favoreceram os melhores resultados. Isso pode ter ocorrido porque a inserção do cimento dessa forma tende a permitir o refluxo do ar gradativamente à medida que o material escoava pelas paredes internas do conduto (Maia e Vieira³⁰ 2003).

O grupo GP, que apresentou pior desempenho significativamente, pode ter apresentado tais valores porque o preenchimento do conduto pelo cimento ficou comprometido pela ação de atrito entre as paredes dentinárias e o pino. Como a

direção de inserção do pino é para apical, à medida que ele sofre o atrito nas paredes o cimento tende a ficar retido ou ser expulso do conduto na forma de extravasamento. Isso pode justificar o que foi observado nas imagens referentes a este grupo, nelas, foram observados espaços como fendas em determinadas regiões do perímetro do conduto, ou seja, os espaços ficaram mais evidentes nas extremidades. Situação diferente do grupo GL em que foram observadas pequenas, porém, múltiplas bolhas dispersas pelo interior do cimento. Sabe-se que o movimento rotacional da broca lentulo dissipa calor (Monticelli et al.⁹ 2008), e esse calor como fonte catalisadora para reação de presa do cimento facilita seu endurecimento. Isso pode aprisionar uma quantidade de ar formando bolhas.

Para Boschian Pest et al.²¹ (2002) a técnica de injeção para agentes cimentantes resinosos é efetiva para redução de espaços e bolhas dentro do cimento resinoso. E se observados apenas os terços radiculares, ficou evidente que uma técnica eleita pode ser mais apropriada quando observado cada terço especificadamente. Pois no grupo GL o grau de nanoinfiltração foi mínimo para o terço apical. Já para o grupo GP os valores mais baixos de nanoinfiltração foram observados no terço coronário. O grupo GI não apresentou diferença estatística entre os terços coronários e apicais e o grupo GC mostrou maior nanoinfiltração no terço apical. Reduções nos valores de RU para terços médio e apical podem também ser relatados pela maior dificuldade de distribuição do cimento resinoso com presença de falhas (vazios) ou remanescentes de guta-percha (Ferrari et al.²⁹ 2001). Os achados sugerem que a forma de aplicação do agente cimentante pode afetar a distribuição do mesmo de forma diferente em cada terço radicular (D'Arcangelo et al.²⁴ 2008), por isso a broca lentulo pode ter influenciado valores superiores para terço apical.

Um dado importante é que em outros estudos ha evidências de que variações na espessura da camada de cimento não afetaram significativamente a capacidade retentiva. Além disso, na comparação de pinos cimentados em condutos oval e circular os valores de resistência de união ao *push-out* não mostrou interação entre essas variáveis (Castellan et al.⁴² 2010). Isso é importante, pois neste trabalho foram utilizados dentes pré-molares inferiores que apresentavam anatomia interna com característica de condutos ovais ou elípticos em que a espessura de cimento era maior nas extremidades.

Nos estudos envolvendo a cimentação de pinos de fibra de vidro normalmente se investiga, além de outras variáveis, a resistência de união do pino ao conduto. Isso pode ser feito por diferentes metodologias entre elas a microtração, *push-out* (Goracci et al.³² 2004) e *pull-out* (Teixeira et al.¹⁸ 2006, Amaral et al.³⁹ 2009). A capacidade desses testes para avaliar a resistência de união é muito relativa e está diretamente relacionada com o delineamento experimental o que abrange geometria dos corpos-de-prova e a configuração da carga. A morfologia dos corpos-de-prova e a sensibilidade na confecção dos mesmos também determinam o teste a ser realizado. Já que na microtração o espécime tem forma de apulheta e no *push-out* o espécime é em forma de disco (Castellan et al.⁴² 2010).

O teste de *push-out* permite a mensuração da retenção do pino em diferentes regiões do canal sem que haja a perda prematura dos espécimes, diferente do teste de microtração em que as perdas prematuras são mais evidentes. O teste de microtração foi desenvolvido para superar algumas das limitações de outros testes, tais como de cisalhamento e tração, porém desvantagens como as falhas prematuras também contribuíram para que este método deixa-se de ser tão popular no que se refere a resistência de união de pinos (Goracci et al.³² 2004, Soares et al.³⁸ 2008). Quanto ao teste de *push-out*, este pode gerar menos tensão de estresse nas interfaces de união, sendo mais úteis para avaliar RU quando utilizados pinos de fibra. Tendo em vista a relativa fragilidade dos corpos de prova nos outros testes, este parece ser a técnica mais precisa e confiável para realização de tais medidas (Castellan et al.⁴² 2010). Outro fator pertinente ao teste de *push-out* é que ele fornece uma melhor estimativa dos valores de resistência ao cisalhamento, já que a carga é aplicada paralelamente a interface de união. Essa técnica fornece medições úteis, variabilidade de dados limitada e capacidade de mensuração bem realista, porém, com valores de resistência de união relativamente baixos (Soares et al.³⁸ 2008).

Neste estudo o grau de nanoinfiltração foi realizado de forma qualitativa e então quantificado os resultados, em porcentagem. A média dos resultados feita entre dois avaliadores também minimizou os possíveis erros de análise do avaliador. Tudo isso com o objetivo de se mensurar e facilitar a comparação entre os grupos experimentais, uma vez que a nanoinfiltração pode prognosticar o comportamento

da camada híbrida em longo prazo, predizendo o comportamento dos sistemas de cimentação de pinos pré-fabricados.

Para o fator nanoinfiltração, a capacidade de selamento foi afetada pelo tipo de inserção do cimento, sendo a maior média da nanoinfiltração obtida pelo grupo GP, que apresentou diferença estatística significativa para os grupos GC e GI, que não diferiram entre si. A análise entre terços radiculares por grupo também foi eficiente para observar que em GL o terço coronário foi mais prejudicado do que o terço apical. Situação contrária para o grupo GP. Isso pode auxiliar a determinar como uma técnica pode ser mais indicada para determinado terço radicular. No entanto, observou-se a presença de sais de prata na interface adesiva entre a dentina radicular e o conjunto sistema adesivo/cimento resinoso, ao nível da camada híbrida, em praticamente todos os grupos. O mesmo não foi observado entre o pino e o cimento resinoso. Por este fato podemos inferir que a união entre o pino e o cimento resinoso foi efetiva.

Devido ao grande número de variáveis nas técnicas de cimentação dos pinos intra-radiculares, sugere-se que novos estudos *in vitro* e *in vivo* sejam realizados investigando criteriosamente outras propriedades relacionadas ao conjunto pino/cimento/dentina.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia proposta e com os valores obtidos pode-se concluir que:

1. A utilização de diferentes técnicas para inserir o cimento resinoso no conduto influenciou a resistência de união e a capacidade de selamento do cimento.
2. A resistência de união foi mais satisfatória nos grupos em que o agente cimentante foi inserido dentro do conduto de forma injetada.
3. Os grupos que utilizaram seringas apresentaram uma distribuição mais uniforme do cimento bem como valores mais baixos para o grau de nanoinfiltração.

REFERÊNCIAS *

1. Tay FR, Pashley DH, Kapur RR, Carrilho MR, Hur YB, Garrett LV, et al. Bonding BisGMA to dentin--a proof of concept for hydrophobic dentin bonding. *J Dent Res*. 2007 Nov;86(11):1034-9.
2. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent*. 1999 May;27(4):275-8.
3. Mannocci F, Bertelli E, Watson TF, Ford TP. Resin-dentin interfaces of endodontically-treated restored teeth. *Am J Dent*. 2003 Feb;16(1):28-32.
4. Albashaireh ZS, Ghazal M, Kern M. Effect of acid conditioning of root canal dentin on the retention of adhesively luted glass fiber-reinforced composite (FRC) posts. *Am J Dent*. 2009 Dec;22(6):376-80.
5. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent*. 2004 Nov;32(8):629-34.
6. Ho YC, Lai YL, Chou IC, Yang SF, Lee SY. Effects of light attenuation by fibre posts on polymerization of a dual-cured resin cement and microleakage of post-restored teeth. *J Dent*. 2011 Apr;39(4):309-15.
7. Galhano G, de Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Comparison of resin push-out strength to root dentin of bovine- and human-teeth. *Indian J Dent Res*. 2009 Jul-Sep;20(3):332-6.
8. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent*. 2006 Mar;95(3):218-23.
9. Monticelli F, Ferrari M, Toledano M. Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008 Mar;13(3):E214-21.
10. Jongsma LA, Bolhuis PB, Pallav P, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ. Benefits of a two-step cementation procedure for prefabricated fiber posts. *J Adhes Dent*. 2010 Feb;12(1):55-62.
11. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent*. 2008 Aug;10(4):251-8.
12. Faria e Silva AL, Arias VG, Soares LE, Martin AA, Martins LR. Influence of fiber-post translucency on the degree of conversion of a dual-cured resin cement. *J Endod*. 2007 Mar;33(3):303-5.

* De acordo com as normas do Programa de Mestrado em Odontologia da UEPG, baseado no modelo Vancouver. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o Medline.

13. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci.* 2009 Jun;117(3):326-33.
14. Carvalho CA, Monticelli F, Cantoro A, Breschi L, Ferrari M. Push-out bond strength of fiber posts luted with unfilled resin cement. *J Adhes Dent.* 2009 Feb;11(1):65-70.
15. Demiryurek EO, Kulunk S, Yuksel G, Sarac D, Bulucu B. Effects of three canal sealers on bond strength of a fiber post. *J Endod.* 2010 Mar;36(3):497-501.
16. Ferrari M, Grandini S, Simonetti M, Monticelli F, Goracci C. Influence of a microbrush on bonding fiber post into root canals under clinical conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002 Nov;94(5):627-31.
17. Finger WJ, Ahlstrand WM, Fritz UB. Radiopacity of fiber-reinforced resin posts. *Am J Dent.* 2002 Apr;15(2):81-4.
18. Teixeira EC, Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY. An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *J Am Dent Assoc.* 2006 Jul;137(7):1006-12.
19. Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent.* 2006 May;95(5):368-78.
20. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004 May;30(5):289-301.
21. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater.* 2002 Dec;18(8):596-602.
22. Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent.* 2000 May;13(Spec No):9B-13B.
23. Fonseca TS, Alfredo E, Vansan LP, Silva RG, Sousa YT, Saquy PC, et al. Retention of radicular posts varying the application technique of the adhesive system and luting agent. *Braz Oral Res.* 2006 Oct-Dec;20(4):347-52.
24. D'Arcangelo C, D'Amario M, Vadini M, Zazzeroni S, De Angelis F, Caputi S. An evaluation of luting agent application technique effect on fibre post retention. *J Dent.* 2008 Apr;36(4):235-40.
25. Kantor ME, Pines MS. A comparative study of restorative techniques for pulpless teeth. *J Prosthet Dent.* 1977 Oct;38(4):405-12.

26. Deutsch AS, Musikant BL, Cavallari J, Lepley JB. Prefabricated dowels: a literature review. *J Prosthet Dent*. 1983 Apr;49(4):498-503.
27. Sano H, Takatsu T, Ciucchi B. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent*. 1995;20(1):7.
28. Dallari A, Rovatti L. Six years of in vitro/in vivo experience with Composipost. *Compend Contin Educ Dent Suppl*. 1996(20):S57-63.
29. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater*. 2001 Sep;17(5):422-9.
30. Maia LG, Vieira LCC. Cimentos resinosos: uma revisão de literatura. *Rev. Ibe-amer Odontol. Estet. Dent*. 2003 jul-set;2(7):5: 258-62
31. Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent*. 2004 Aug;32(6):443-50.
32. Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*. 2004 Aug;112(4):353-61.
33. D'Arcangelo C, D'Amario M, De Angelis F, Zazzaroni S, Vadini M, Caputi S. Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *J Endod*. 2007 Nov;33(11):1378-82.
34. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr;51(2):453-71, x.
35. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Panyayong W, Tagami J. Regional bond strengths and failure analysis of fiber posts bonded to root canal dentin. *Oper Dent*. 2008 Nov-Dec;33(6):636-43.
36. Cagidiaco MC, Goracci C, Garcia-Godoy F, Ferrari M. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *Int J Prosthodont*. 2008 Jul-Aug;21(4):328-36.
37. Rasimick BJ, Shah RP, Musikant BL, Deutsch AS. Effect of EDTA conditioning upon the retention of fibre posts luted with resin cements. *Int Endod J*. 2008 Dec;41(12):1101-6.
38. Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, et al. Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater*. 2008 Oct;24(10):1405-11.

39. Amaral M, Santini MF, Wandscher V, Amaral R, Valandro LF. An in vitro comparison of different cementation strategies on the pull-out strength of a glass fiber post. *Oper Dent*. 2009 Jul-Aug;34(4):443-51.
40. Ferrari M, Carvalho CA, Goracci C, Antoniolli F, Mazzoni A, Mazzotti G, et al. Influence of luting material filler content on post cementation. *J Dent Res*. 2009 Oct;88(10):951-6.
41. Mazzoni A, Marchesi G, Cadenaro M, Mazzotti G, Di Lenarda R, Ferrari M, et al. Push-out stress for fibre posts luted using different adhesive strategies. *Eur J Oral Sci*. 2009 Aug;117(4):447-53.
42. Castellan CS, Santos-Filho PC, Soares PV, Soares CJ, Cardoso PE. Measuring bond strength between fiber post and root dentin: a comparison of different tests. *J Adhes Dent*. 2010 Dec;12(6):477-85.
43. Dias AAM. Influência da associação de catalisadores químicos na cimentação de pinos pré-fabricados de fibra de vidro [Tese apresentada para obtenção do título de Doutor]. Rio de Janeiro: UERJ; 2010.
44. Cantoro A, Goracci C, Vichi A, Mazzoni A, Fadda GM, Ferrari M. Retentive strength and sealing ability of new self-adhesive resin cements in fiber post luting. *Dent Mater*. 2011 Oct;27(10):e197-204.
45. Naves LZ, Santana FR, Castro CG, Valdivia AD, Da Mota AS, Estrela C, et al. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. *Microsc Res Tech*. 2011 Dec;74(12):1088-92.
46. Silva RA, Coutinho M, Cardozo PI, Silva LA, Zorzatto JR. Conventional dual-cure versus self-adhesive resin cements in dentin bond integrity. *J Appl Oral Sci*. 2011 Aug;19(4):355-62.
47. Zhong B, Zhang Y, Zhou J, Chen L, Li D, Tan J. UV irradiation improves the bond strength of resin cement to fiber posts. *Dent Mater J*. 2011 Jul 28;30(4):455-60.

APÊNDICE A

**VALORES ORIGINAIS OBTIDOS A PARTIR DOS TESTES DE *PUSH-OUT* E
GRAU DE NANOINFILTRAÇÃO**

Valores individuais (MPa) de resistência de união obtidos pelo teste de *push-out* e correspondente a cada espécime dos grupos de estudo

Grupos	espéc	Dente 1	Dente 2	Dente 3	Dente 4	Dente 5	Dente 6	Dente 7	Dente 8	Dente 9	Dente 10
G 1	1	7,56	16,91	16,11	22,42	26,69	20,39	14,97	23,79	21,02	17,59
G 1	2	21,91	17,41	14,23	10,02	22,25	79,94	9,13	18,55	22,80	23,11
G 1	3	25,15	24,11	12,03	24,53	22,99	26,89	11,91	11,55	15,88	14,21
G 1	4	7,23	19,71	23,58	14,38	31,14	12,37	9,78	11,54	18,44	9,65
G 1	5	12,65	16,17	5,78	11,78	25,84	8,68	9,46	12,88	4,74	8,74
G 1	6	9,61	8,26	13,33	10,78	22,08	10,71	7,32	14,33	7,47	7,21
G 2	1	12,55	17,45	9,51	13,44	16,41	10,32	4,87	3,55	14,54	23,54
G 2	2	17,32	16,42	7,61	12,10	12,00	7,22	11,45	8,74	12,44	18,99
G 2	3	15,00	16,85	25,33	18,55	6,00	8,66	14,27	23,11	13,67	6,69
G 2	4	16,11	7,37	21,12	11,78	11,26	9,89	21,80	17,31	18,66	5,66
G 2	5	21,33	19,49	3,78	16,73	11,40	27,44	16,99	13,11	23,44	8,77
G 2	6	26,47	21,99	6,70	18,22	23,77	39,70	14,91	9,51	22,48	16,55
G 3	1	8,20	7,70	14,38	21,76	10,77	24,32	13,62	12,65	24,52	18,66
G 3	2	25,05	5,52	6,39	18,66	16,55	21,22	27,64	17,56	19,55	20,88
G 3	3	14,71	6,91	15,07	8,01	8,32	17,62	23,10	10,34	5,63	15,21
G 3	4	11,24	7,05	25,49	11,33	4,21	11,21	17,99	11,77	8,66	11,90
G 3	5	4,90	13,77	33,25	7,00	14,27	11,66	2,22	13,22	6,76	12,00
G 3	6	9,02	33,70	2,55	9,78	17,22	6,83	7,59	16,41	8,71	10,84
G 4	1	13,10	38,10	10,05	32,79	15,33	17,48	28,65	25,76	23,11	18,66
G 4	2	13,44	22,03	10,91	11,33	7,88	24,00	15,38	11,69	13,88	31,84
G 4	3	29,55	18,00	22,97	9,77	21,72	25,99	14,23	6,45	3,91	21,76
G 4	4	10,39	11,21	20,61	22,10	14,87	18,55	27,45	8,99	26,59	13,88
G 4	5	15,44	7,49	8,86	26,80	34,92	28,70	7,21	8,59	17,54	11,54
G 4	6	37,62	9,83	1,76	7,55	28,67	12,89	31,84	19,88	12,40	22,77

*Nota - G1 (seringa Centrix); G2 (Lentulo); G3 (Cimento no pino); G4 (Seringa de insulina).
Espécimes 1 e 2 (terço cervical); 3 e 4 (terço médio); 5 e 6 (terço apical).

Média dos valores individuais (%) do grau de nanoinfiltração correspondente a cada espécime dos grupos de estudo e obtidos a partir das mensurações por dois avaliadores e feitas individualmente.

Grupo	espécime	Dente 1	Dente 2	Dente 3
G 1	1	22,54	23,91	17,11
G 1	2	17,66	17,93	62,77
G 1	3	32,77	33,19	27,31
G 1	4	25,33	32,22	31,27
G 1	5	72,33	63,88	66,89
G 1	6	69,12	68,54	72,71
G 2	1	41,53	63,77	31,67
G 2	2	82,11	54,11	91,55
G 2	3	53,78	76,31	48,33
G 2	4	72,39	51,29	51,98
G 2	5	83,88	40,54	79,67
G 2	6	42,63	84,22	87,22
G 3	1	78,77	74,31	46,32
G 3	2	65,12	38,21	58,43
G 3	3	47,83	94,18	51,88
G 3	4	88,98	57,35	81,22
G 3	5	88,76	41,35	95,44
G 3	6	91,22	87,98	79,66
G 4	1	32,76	42,13	39,21
G 4	2	27,98	31,75	44,79
G 4	3	39,44	44,89	17,33
G 4	4	33,76	51,82	34,31
G 4	5	45,21	37,55	63,22
G 4	6	41,77	46,69	52,44

*Nota - G1 (seringa Centrix); G2 (Lentulo); G3 (Cimento no pino); G4 (Seringa de insulina). Espécimes 1 e 2 (terço cervical); 3 e 4 (terço médio); 5 e 6 (terço apical).

ANEXO

Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da
Universidade Estadual de Ponta Grossa. COEP – UEPG



PARECER Nº 36/2011
Protocolo: 18671/10

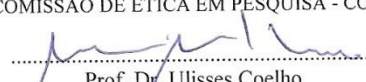
No dia 15 de Abril de 2011, a Comissão de Ética em Pesquisa, APROVOU o protocolo de pesquisa intitulado "Influência da técnica de inserção de cimentos resinosos na retenção de pinos de fibra de vidro à dentina radicular" de responsabilidade da pesquisadora Osnara Maria Mongruel Gomes.

Conforme Resolução CNS 196/96, solicitamos que sejam apresentados a esta Comissão, relatórios sobre andamento da pesquisa, conforme modelo (<http://www.uepg.br/coep/>).

Data para entrega do relatório Final: 15 de abril de 2012.

Ponta Grossa, 15 de abril de 2011.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP



Prof. Dr. Ulisses Coelho
Coordenador